НИИ
ИНФОРМ
ТЯЖМАШ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1-67-21

Москва 1968

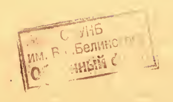
МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
ПО ТЯЖЕЛОМУ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ И ТРАНСПОРТНОМУ
МАШИНОСТРОЕНИЮ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сборник статей

1-67-21

НИИИНФОРМТЯЖМАШ
Москва 1968


УНБ
им. В. Белинс
Государственная
публичная библиотека
им. В.Г. Белинского
г. Свердловск

УДК 621.774.35

НОВЫЙ СТАН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

П. М. ФИНАГИН, И. К. ТАРТАКОВСКИЙ,
И. Н. ПОТАПОВ, И. С. РЕВЕС

Электростальский завод тяжелого машиностроения

В мировой практике известны два способа получения тонкостенных труб большого диаметра: горячая раздача на оправке и горячая прокатка в косовалковых станах-расширителях.

Первый способ получил широкое распространение во Франции, а второй применяется в Чехословакии.

Оба способа имеют существенные недостатки и в СССР для получения тонкостенных труб большого диаметра не применяются. На ЭЗТМ разработана конструкция стана для производства тонкостенных труб новым способом, заключающимся в том, что раздача труб на короткой конусной оправке совмещена с одновременной обкаткой ее рабочими конусными валками: при этом имеет место принудительная подача заготовки в стан подающим устройством.

На этом стане предусмотрено как холодное расширение труб при обычной температуре, так и теплое расширение труб при температуре 750—850°.

На стане также может осуществляться термомеханическое упрочение готовых труб.

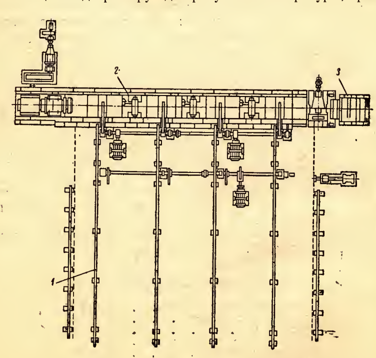
Техническая характеристика

Диаметр выпускаемых труб, *мм*	600—1020
Толщина стенки труб, *мм*	12—14
Длина труб, *м*	12
Максимальный вес трубы, *кг*	5000
Коэффициент расширения, %	30—50
Диаметр рабочих валков, *мм*	850
Радиальное усилие на валки, *т*	120

Осевое усилие на оправку, *т* . . .	До 240
Мощность главного привода, *квт* .	750
Мощность механизмов подачи, *квт* .	1500
Собственно стан, *м:*	
длина	70
ширина	12
Вес стана, *кг*	800.000
Высота стана, *м*	7
Мощность индукционной установки, *квт*	6000
Отклонение по толщине стенки, % .	± 5—8
Отклонение по наружному диаметру, %	0,5—0,75

Стан-расширитель представляет собой комплекс машин и механизмов, обеспечивающих как прерывный, так и непрерывный процесс прокатки.

В стан входит (фиг. 1): загрузочная решетка *1* с дозатором и укладывателем, служащая для набора и поштучной выдачи труб во входную сторону стана; входная сторона *2*, обеспечивающая прием, центрирование и проталкивание труб-заготовок через полость, образованную валками и оправкой, с усилием до 250 *т;* индуктор *3,* необходимый при теплом расширении и обеспечивающий подогрев труб до требуемой температуры; трехвал-



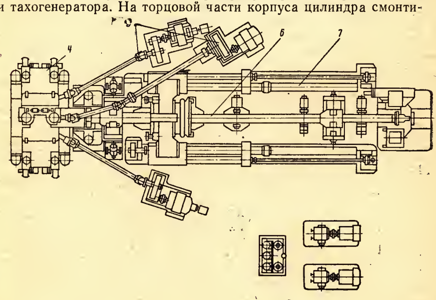
Фиг. 1. План располо

ковая рабочая клеть *4* — основной механизм стана, где осуществляется процесс расширения труб с утонением стенки; индивидуальные приводы *5,* предназначенные для передачи равномерного вращения рабочим валкам клети; стержень с оправкой *6,* воспринимающий осевые нагрузки и обеспечивающий подачу технологической смазки через внутреннюю полость; выходная сторона *7,* обеспечивающая центрирование и протаскивание трубы через очаг деформации и передачу ее на рольганг; рольганг, служащий для транспортирования труб, прокатанных в стане-расширителе; приемная решетка, предназначенная для приема готовых труб.

Входная сторона стана смонтирована на общей литой станине и состоит из толкателя с комбинированным приводом, развивающего рабочее усилие до 250 *т* с помощью гидропривода плунжерного типа.

Шток гидроцилиндра закреплен неподвижно к общей станине, а корпус является подвижным.

На корпусе цилиндра имеются направляющие, по которым толкатель скользит в станине. Холостой ход толкателя осуществляется реечным механизмом, состоящим из рейки, прикрепленной к корпусу гидроцилиндра, редуктора, электродвигателя и тахогенератора. На торцовой части корпуса цилиндра смонти-



рована головка толкателя, диск которой сидит на подшипниках качения и позволяет трубе свободно вращаться во время заталкивания.

Кроме того, на входной стороне установлены три подъемных люнета с гидроприводами. Эти люнеты имеют три положения: первое для приема заготовки, второе для установки заготовки на ось прокатки и третье — нижнее положение — для свободного продвижения толкателя.

В передней части входной стороны установлена роликовая проводка и непосредственно перед индуктором — глухая проводка.

Рабочая трехвалковая клеть безбарабанного типа (фиг. 2) состоит из литых станин *1* и крышки *2*, в которые заложены три одинаковые кассеты *3* с рабочими валками *4*.

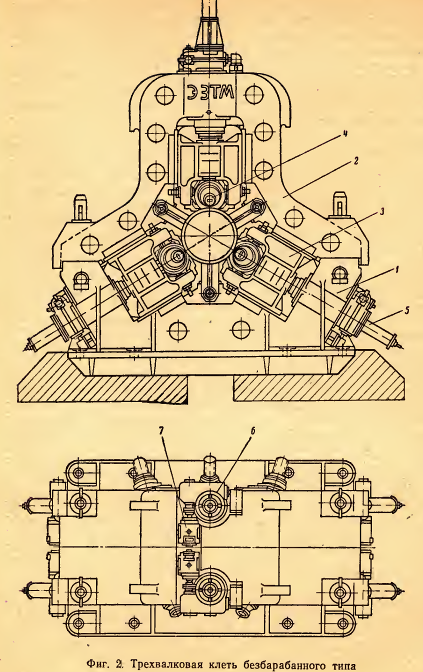
Отличительной особенностью рабочей клети стана является наличие большого угла раскатки, равного 17°. Расширение труб, как правило, идет с нулевым углом подачи или незначительным углом, близким к нулю. Это позволило осуществить клеть без барабанов и дополнительных механизмов. Каждую кассету в радиальном направлении удерживают два нажимных винта *5*; каждый винт имеет свой привод, состоящий из глобоидного редуктора *6* и электродвигателя *7*.

Предложенная кинематическая схема позволяет выполнить механизм установки валков компактным, удобным в обслуживании; просто решается вопрос изменения угла раскатки, так как каждый нажимной винт регулируется от своего электродвигателя.

Настройка клети на разные диаметры труб осуществляется синхронным перемещением винтов с помощью шести электродвигателей. В оба верхних нажимных винта встроены демпфирующие гидравлические устройства. При подаче в них жидкости под определенным давлением можно вести процесс прокатки с постоянным необходимым усилием на валок. При нулевом давлении жидкости в демпфере прокатка производится как в обычной клети.

Привод каждого рабочего валка индивидуальный. Он состоит из шпинделя на подшипниках качения, одноступенчатого редуктора, электродвигателя и тахогенератора для контроля за оборотами. Редуктор и электродвигатель устанавливаются на общей фундаментной плите горизонтально. Привод обеспечивает равномерную передачу вращения от электродвигателя к рабочим валкам.

Осевое усилие, действующее на трубу со стороны толкателя, воспринимается оправкой со стержнем. Оригинальным решением является то, что при вращении оправки с трубой стержень остается неподвижным, тем самым упрощается конструкция и обслуживание всей выходной стороны стана и относительно просто обеспечивается непрерывность прокатки.



Фиг. 2. Трехвалковая клеть безбарабанного типа

Стержень с оправкой состоит из сменной оправки, насаженной на шпинделе. Оправка вместе со шпинделем устанавливается в подшипниковом узле и свободно может вращаться во время прокатки, стержень при этом неподвижно покоится в центрователях. В пустотелом стержне вмонтированы трубопроводы для охлаждения подшипникового узла и трубопроводы для подвода технологической смазки, наносимой на внутреннюю поверхность трубы перед прокаткой. На выходной стороне установлены два центрователя, которые центрируют стержень и прокатываемую трубу. Для выдачи прокатанной трубы на отводящий рольганг имеются подъемные ролики.

Передний и задний упоры стержня воспринимают осевое усилие, действующее на оправку, позволяют обеспечивать перехват стержня и непрерывно вести прокатку труб одну за другой встык. В заднем упоре вмонтированы клапаны, через которые во время прокатки подается в трубопроводы стержня графитовая эмульсия для смазки внутренней поверхности трубы, а также вода для охлаждения подшипников. При выдаче трубы упорная головка заднего упора отводится в сторону, а передний упор при этом удерживает стержень, шибер упора входит в выточку стержня. После выхода трубы на рольганг задний упор закрывается, а передний опускается, обеспечивая свободное движение прокатываемой трубы.

На выходной стороне устанавливается вытяжной патрон, который совершает рабочее движение вдоль оси прокатки за счет двух плунжерных гидроцилиндров. Патрон предназначен для перемещения прокатываемой трубы и работает по принципу самозажима. Разжим кулачков осуществляется гидроцилиндрами. Патрон состоит из литого корпуса, на котором установлены три гидроцилиндра для перемещения кулачков, закрепленных в пазах обоймы. Обойма относительно корпуса свободно проворачивается на подшипниках. Крепление патрона к перемещающим его цилиндрам производится за счет посадочных мест выступов корпуса. Отвод патрона в исходное положение осуществляется с помощью второй пары гидроцилиндров.

Стан работает следующим образом.

Предварительно уложенные на наклонную решетку заготовки с помощью дозатора по одной подаются к приемникам входной стороны. Приемники устанавливают заготовку на ось прокатки и подающее устройство начинает перемещать ее к рабочим валкам клети. Перед клетью (при теплом расширении) заготовка, проходя индуктор, нагревается до температуры 700—850°.

Во время раскатки трубы валками на нее постоянно действует усилие со стороны задающего устройства, которое обеспечивает плотное облегание заготовки на оправке. Когда передний конец трубы достигает патрона, последний захватывает ее и начинает протаскивать через оправку. В это время заталкиватель

отводится назад, обеспечивая возможность задачи следующей заготовки. После установки заготовки на ось прокатки задающее устройство быстро подводит ее к прокатываемой трубе и процесс не прерывается.

По окончании прокатки первой трубы, она быстро отводится к заднему упору, освобождая стержень для захвата передним упором. После захвата передним упором стержня с оправкой задний упор открывается и пропускает трубу на выводной рольганг, после чего задний упор закрывается, а передний открывается, при этом вторая труба продолжает прокатываться в валках. Во время прокатки трубы на оправке, через стержень непрерывно подается технологическая смазка, обеспечивающая улучшение качества внутренней поверхности трубы и облегчающая проталкивание трубы через оправку.

Применение стана-расширителя для получения труб обеспечит высокую экономию за счет снижения расхода металла до 25—30% и повышения чистоты поверхности, обеспечивающей более высокие скорости прохождения газов или жидкости и упрочнения труб. Кроме того, этот стан обеспечивает более точную геометрию труб, обеспечивая тем самым простую их стыковку.

Внедрение стана позволит получить экономический эффект более миллиона рублей.

УДК 621.774.352

РЕДУКЦИОННЫЙ И КАЛИБРОВОЧНЫЙ СТАНЫ ДЛЯ ПРОКАТКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБ

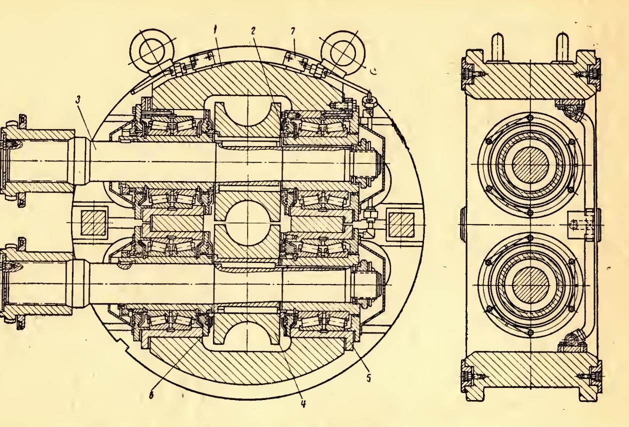
Л. Б. ЗАХАРОВСКИЙ, В. П. БЕДНЯКОВ

Электростальский завод тяжелого машиностроения

Редуцирование труб с натяжением является одним из самых перспективных технологических процессов их изготовления и с каждым годом внедряется все в больших и больших масштабах.

Применение редукционно-растяжного стана в составе агрегата с пилигримовым станом значительно расширяет сортамент установки при одновременном сохранении размеров исходной заготовки, сокращает время на перевалки, уменьшает себестоимость труб и повышает производительность агрегата в целом.

На современных высокопроизводительных трубопрокатных агрегатах для сокращения потерь времени на вспомогательных операциях и при простоях параллельно устанавливаются два редукционных стана, отличающихся лишь количеством клетей. Обычно на одном из них с большим количеством клетей прока-



Рабочая клеть стана для прокатки высокопрочных труб

тываются трубы верхней части сортамента агрегата — этот стан условно называется редукционным. Другой стан (с меньшим количеством клетей) прокатывает нижнюю часть сортамента агрегата и называется калибровочным.

В зависимости от величины натяжения на редукционных станах возможна прокатка труб как с утонением исходной стенки, так и с сохранением либо увеличением ее.

Тип и конструкции описываемых станов выбраны с учетом особенностей прокатки труб, полученных с пилигримового агрегата.

Наплывы на поверхности труб, свойственные пилигримовому процессу, даже при относительно невысоких скоростях прокатки приводят к увеличению нагрузок на силовые узлы клетей и привода, а сами нагрузки имеют вибрационный характер.

Другими отличиями прокатываемых труб являются большая толщина стенок и повышенная сопротивляемость металла деформации.

Характерная особенность редуцирования с натяжением труб конечной длины — утолщенные концы. Для бурильных труб с высаженными внутрь концами утолщенные концы можно использовать под высадку; при редуцировании обсадных и нефтепроводных труб величина натяжения выбирается с учетом получения труб с удовлетворительной внутренней поверхностью и с минимальной величиной утолщенных концов.

На Таганрогском металлургическом заводе в составе трубопрокатной пилигримовой установки вступили в строй спроектированные и изготовленные Электростальским заводом тяжелого машиностроения 17-клетьевой редукционный и 11-клетьевой калибровочный станы, расположенные параллельно. Оба стана конструктивно выполнены аналогичными и отличаются лишь количеством клетей. Станы оснащены двухвалковыми клетями с нерегулируемыми калибрами.

На фигуре изображена установленная в стане рабочая клеть, состоящая из неразъемной станины *1*, в расточках которой на подшипниках качения *2* установлены валы *3*, несущие рабочие валки *4*. Станина круглой формы технологична в изготовлении и автоматически обеспечивает установку клети на ось прокатки без дополнительной настройки и расточку калибра круглой или овальной формы на специальном расточном станке.

Установка подшипников в стаканах *5* облегчает их монтаж и демонтаж и предохраняет расточки станины от подбивания. Уплотнения *6* лабиринтного типа предохраняют подшипники от попадания воды и окалины, чему способствует также густая централизованная смазка *7*.

При смене изношенных валков вал из клети извлекается, а подшипниковые узлы остаются на месте.

В кассете рабочая клеть фиксируется по наружному диаметру и шпонке.

Каждая из клетей приводится от индивидуального электродвигателя, установленного наклонно через трехступенчатый редуктор и шестеренную клеть. Приводы нечетных клетей расположены с правой стороны стана, четных — с левой. Схема с наклонными приводами обеспечивает параллельную установку этих станов в одном пролете цеха и позволяет избежать высоконагруженных конических передач. Индивидуальный привод дает технологам неограниченные возможности в регулировании скорости прокатки и натяжения, обладает высокой нагрузочной способностью и долговечностью силовых узлов. В обслуживании прост и неприхотлив. Смазка редукторов и шестеренных клетей жидкая централизованная, электродвигатели охлаждаются воздухом принудительно от общей вентиляционной системы. Между собой электродвигатель, редуктор, шестеренная клеть и рабочая клеть связаны зубчатыми муфтами, зубчатые втулки которых для повышения долговечности установлены в сферических кольцах обойм.

Редукционный и калибровочный станы прокатывают трубы с исходным диаметром до 200 *мм,* толщиной стенки до 14 *мм* и длиной до 12,5 *м* из сталей 36Г2С, 38ХНМ. Скорость трубы на входе до 0,65 *м/сек,* идеальный диаметр валков рабочих клетей 450 *мм,* расстояние между клетями 500 *мм.*

Получаемые трубы имеют диаметр 114—168 *мм* и толщину стенки 7—11 *мм.* Мощность электродвигателей 300 *квт,* скорость 750—1000 *об/мин.* В осевом направлении клети сжимаются пневмоцилиндрами через клиновой механизм.

Перевалка клетей стана — поштучная, обслуживание линии производится со специальных мостков.

Охлаждение валков ведется через коллекторы клетей от распределительной системы, смазка подшипников рабочих клетей густая от централизованной системы.

Успешная эксплуатация станов и хорошее качество полученных труб практически подтверждают целесообразность и перспективность установки редукционно-растяжных станов в линиях трубопрокатных агрегатов с пилигримовыми станами.

УДК 621.771.22

КРУПНОСОРТНО-ЗАГОТОВОЧНЫЙ СТАН 950/800

М. И. БАКУНИН
НИИТЯЖМАШ УЗТМ

На УЗТМ закончено проектирование и изготавливается оборудование крупносортно-заготовочного стана 950/800. По технико-экономическим показателям, энерговооруженности, высокой

степени механизации и автоматизации он значительно превосходит аналогичные станы, изготовленные ранее в СССР и за рубежом. Первая очередь стана имеет разветвленные технологические потоки, на которых можно прокатывать крупный сорт, квадратную и крупную круглую заготовки. С пуском второй очереди будет возможна прокатка фасонного сортового проката.

Стан (см. фигуру) устанавливается непосредственно за блюмингом и может вести прокатку с промежуточным нагревом в методических печах либо прокатку крупных сечений без подогрева.

Готовая продукция стана — квадратная заготовка сечением 100×100—170×170 *мм*, длиной 2,5—6 *м*, сталь горячекатаная круглая и трубные заготовки диаметром 80—200 *мм*, длиной 6—12 *м;* сталь горячекатаная квадратная 100×100—170×170 *мм*, длиной 6—12 *м;* крупная круглая заготовка диаметром 200—350 *мм*, длиной 4—16 *м*. С вводом отделения отделки балок стан может поставлять готовые двутавровые широкополочные балки с максимальным сечением 235×600 *мм;* балки двутавровые от № 30 до № 60; швеллеры от № 30 до № 40; уголки равнобокие и неравнобокие; шпунтовую сталь крупных сечений длиной 6—24 *м*.

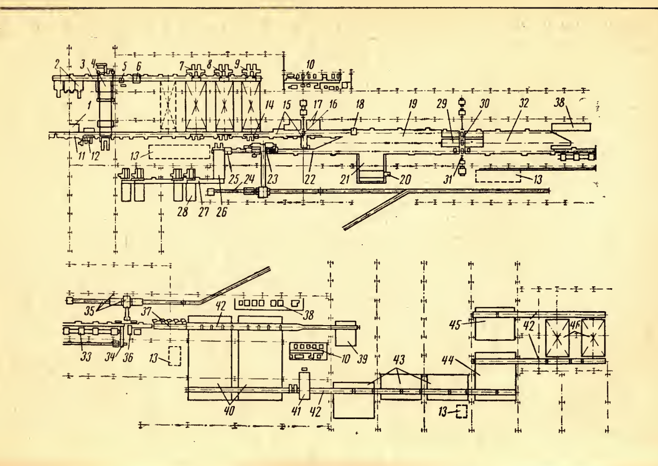
Для сортамента I очереди предполагается производить прокатку из блюмов 250×250—350×350 *мм* длиной до 7,5 *м*, весом до 7,2 *т;* для сортамента фасонных профилей из таких же блюмов, а также прямоугольных и фасонных блюмов сечением до 350×550 *мм* — из углеродистых обычного качества, качественных конструкционных, низколегированных, легированных и хромоникелевых сталей.

Проектная производительность стана — 1 450 000 *т* готового проката в год.

Блюмы, не требующие охлаждения и зачистки на складе и предназначенные для получения квадратных заготовок сорта сечением 130×130—170×170 *мм* или круга диаметром свыше 150 *мм*, подаются на стан без промежуточного подогрева. В этом случае вес блюмов до 7,2 *т* при длине 7,5 *м*. Блюмы весом до 6 *т* и длиной до 6 *м* для прокатки меньших сечений или требующие зачистки в складских пролетах проходят нагрев в методических печах.

При загрузке холодные блюмы подаются на загрузочные стеллажи, расположенные в смежных складских пролетах, и направляются в методические печи, горячие — по рольгангам поступают на передаточное устройство и передаются на линию рольгангов для загрузки в методические печи. На загрузочных стеллажах или на одном из рольгангов блюмы раскантовывают, а при необходимости взвешивают на весах, встроенных в рольганг.

Блюмы останавливаются против соответствующего окна ме-



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

Крупносортно-заготовочный стан 950/800:

1 — уборочные устройства блюминга; *2* — загрузочные устройства; *3* — рольганги загрузочные; *4* — передаточное устройство; *5* — кантователь; *6* — весы; *7* — толкатели; *8* — передвижные исчезающие упоры; *9* — методические печи; *10* — насосно-аккумуляторные станции; *11* — рольганг печной; *12* — карман брака; *13* — маслоподвалы; *14* — амортизаторы; *15* — рабочие и раскатные рольганги линии 950; *16* — черновая линия реверсивной клети дуо 950; *17* — манипуляторы с кантователями; *18* — делительные ножницы; *19* — раскатное поле перед станом с рольгангами и шлепперами; *20* — клеймитель; *21* — уборочный стеллаж крупной круглой заготовки; *22* — рольганги участка ножниц; *23* — узел ножниц с упорами, сталкивателем, отодвигающимся рольгангом, *24* — устройство для уборки обрези и передвижения вагонов; *25* — клеймитель заготовки; *26* — передаточное устройство со сталкивателем; *27* — рольганги участка уборки заготовки; *28* — уборочные стеллажи с толкателями и упорами; *29* — качающиеся столы; *30* — линия клетей трио 800; *31* — чистовая линия клети дуо 850; *32* — раскатное поле с рольгангами и шлепперами за станом; *33* — пилы горячей резки; *34* — устройство для уборки проб и темплетов; *35* — устройство для накопления и уборки обрези от пил и перемещения вагонов; *36* — клеймитель сортового проката; *37* — пакетирующий рольганг; *38* — стенды для ремонта и подготовки сменных комплектов клетей и механизмов; *39* — стеллаж уборки немерных длин; *40* — холодильники; *41* — роликоправильная машина; *42* — рольганги с индивидуальным приводом; *43* — уборочные стеллажи; *44* — уборочно-передаточный стеллаж; *45* — стеллаж уборки термообработанного проката; *46* — термические печи

тодической печи передвижными исчезающими упорами. Упоры позволяют загружать в методические печи при помощи толкателей в один ряд (длиной 5,1—6 *м;* 3,7—4,8 *м*) или в два ряда (длиной 2—2,9 *м*). Блюмы нагреваются в методических печах до 1200—1280° и выдаются по склизам на рольганги.

Проектом предусмотрено строительство трех методических печей и резервируется место для четвертой. Производительность каждой печи 110 *т/ч.* Таким образом, на печном участке до клети дуо 950 возможны три технологических потока: прямо с блюминга, горячих или холодных блюмов. Механизмы печного участка, как правило, работают на одном из потоков. Однако возможно и частичное совмещение потоков, один из которых является рабочим, а другой подготовительным.

При потоке прямо с блюминга и холодных блюмов подача заготовок осуществляется в темпе работы стана; при загрузке горячих — передаточное устройство принимает блюмы с блюминга и выдает их на стан. Обладая достаточной емкостью, передаточное устройство может принимать блюмы одной плавки весом до 200—300 *т*.

Прокатка в клети дуо 950 производится за пять—девять пропусков. За клетью установлены специальные делительные ножницы для порезки раскатов на две части. Дальнейшая прокатка полос осуществляется в двух клетях трио 800 и клети дуо 850. Прокатка крупных круглых заготовок может быть закончена на клети дуо 950, квадратных заготовок — на клетях трио, сортовой прокат и трубная заготовка прокатываются последовательно на всех клетях.

Для прокатки балочных профилей вместо клети дуо 850 предусмотрена универсальная клеть.

За раскатными полями чистовой линии поток разделяется на специальные потоки для сортового проката, квадратной и крупной круглой заготовок.

Квадратные заготовки пакетируют на рольганге перед клетью дуо 850 в пакет, состоящий из двух-трех полос, подают на ножницы для резки на требуемые длины, затем клеймят и передают для уборки в поперечные пролеты склада для транспортировки кранами на среднесортный стан.

Крупные круглые заготовки с раскатного поля перед чистовой линией передают непосредственно на уборочный стеллаж, расположенный в пролете, параллельном становому. На уборочном стеллаже заготовки клеймят и выдают для уборки кранами в пакеты.

Полосы сортового проката подают на пилы, разрезают на требуемые длины, клеймят и перед выдачей на холодильники пакетируют в пакеты, состоящие из мерных штанг. Немерные штанги от каждой полосы можно передавать, минуя холодильники, на специальный стеллаж для охлаждения и уборки. На холодильниках происходит охлаждение проката в пакетах. Если

прокат необходимо подвергнуть термической обработке, предусматривается неполное охлаждение (до 200—500°) за счет ограниченной выдержки металла на холодильниках.

За холодильником прокат при необходимости правят на роликоправильной машине и передают на уборочные стеллажи. Если правка не требуется, роликоправильная машина выводится из потока и на ее место устанавливается секция рольганга. При этом осуществляется попакетная выдача проката с холодильника и передача его на уборочные стеллажи.

Квадратный сортовой прокат в пакетах убирают кранами, оборудованными магнитами, непосредственно с настилов уборочных стеллажей, а круглый сортовой прокат и трубные заготовки — из карманов, кранами, оборудованными цепями.

При передаче по холодильникам и уборочным стеллажам металл поднимают над поверхностью стеллажей для сохранения поверхности проката, четкого партионного перемещения пакетов проката, исключения шума на участках холодильников и уборки. Пакеты проката длиной до 12 *м* передаются на термическую обработку по рольгангам уборочной части, приемно-передаточному стеллажу и рольгангу перед термопечами.

Термическая обработка (нормализация, отжиг) сортового проката длиной до 12 *м* производится в двух печах с шагающим подом.

В состав оборудования стана входит оборудование участков головной части стана, рабочих линий, адъюстажа квадратной заготовки, уборки крупной круглой заготовки, адъюстажа сортового проката и трубной заготовки, термических печей, вспомогательных устройств.

Головная часть стана. Загрузочные стеллажи с утапливающимися клиновидными реечными толкателями позволяют кантовать блюмы на настиле стеллажа. В рольганги линии загрузки в методические печи встроены весы, кантователь вильчатого типа с кривошипно-рычажным приводом для поштучной раскантовки блюмов, передвижные исчезающие упоры с гидравлическим приводом и с десятью фиксированными положениями щита упора для настройки на блюмы заданных длин.

Подача блюмов, проталкивание садки по глиссажным трубам и выдача заготовок из методических печей производятся двухштанговыми реечными толкателями усилием 350 *т*. Управление штангами совместное или раздельное в зависимости от схемы загрузки блюмов в методическую печь. На линии рольгангов со стороны выдачи из методических печей имеется карман брака со сталкивателем усилием 3 *т*, склизы и амортизаторы для приема заготовок.

Линия рольгангов со стороны выдачи устанавливается за рольгангами уборочной части блюминга и связана с линией рольгангов загрузки в методические печи передаточным устройством. Оборудование передаточного устройства состоит из двух

исчезающих упоров, сталкивателя усилием 10 *т*, приемного стеллажа, передаточной тележки с канатным приводом, разгрузочного стеллажа со стаскивателем усилием 25 *т*.

Предусматривается автоматическая работа оборудования головной части стана по жестким программам с использованием цифровой следящей и управляющей систем. Управление потоками блюмов, программирование работы печей, ручное управление производятся главным оператором на центральном посту управления участком. Предусматривается система контроля с помощью промышленных телевизионных установок на участках загрузки в методические печи и передаточном устройстве.

Участок рабочих линий. Линия обжимной клети включает обжимную дуо реверсивную клеть 950, проводимую от двигателя постоянного тока мощностью 5350 *квт*, 70—110 *об/мин* через шестеренную клеть (А-1100), главную муфту и шпиндельное соединение. Линия оборудована раскатными и рабочими рольгангами; манипуляторами с линейками, установленными на катках, и индивидуальным безредукторным приводом; крюковыми кантователями, встроенными в линейки манипуляторов, с дифференциальным приводом; станинными роликами с индивидуальным безредукторным приводом; устройством для перевалки валков.

Черновая рабочая линия состоит из двух клетей трио 800, приводимых от двигателя постоянного тока мощностью 8100 *квт* с регулируемым числом оборотов 110—200 в минуту через главную муфту, шестеренную клеть, шпиндельные и трефовые соединения. Клети трио 800 с обеих сторон имеют качающиеся столы, снабженные манипуляторами и кантователями.

Чистовая рабочая линия состоит из нереверсивной клети дуо 850, приводимой от двигателя постоянного тока мощностью 2400 *квт* с регулируемым числом оборотов 120—240 в минуту через удлиненную главную муфту, шестеренную клеть и шпиндели, имеющие со стороны рабочей клети трефовые муфты и универсальные шарниры со стороны шестеренной клети.

Рабочие линии трио 800 и дуо 850 имеют раскатные поля, оборудованные рольгангами с групповым приводом, системой цепных шлепперов, кантователем полос перед клетью дуо. Раскаты после клети дуо 950 могут разрезаться на две части делительными ножницами с нижним резом усилием 500 *т* и гидравлическим приводом от специальной эмульсионной установки с мультипликатором давлением 400 $кГ/см^2$.

На участке рабочих линий полностью автоматизирована работа рольгангов, делительных ножниц, цепных шлепперов, чистовой клети дуо 850 и ряда вспомогательных устройств.

Для обеспечения гидравлических приводов стана систем сбива окалины и осаждения пыли водой под высоким давлением предусмотрены две насосно-аккумуляторные станции с централизованной эмульсионно-приготовительной установкой. Центра-

лизованная смазка оборудования осуществляется из четырех маслоподвалов.

Клети трио и дуо обладают достаточной жесткостью для прокатки сортовых и фасонных профилей с минусовыми допусками.

Крупносортно-заготовочный стан 950/800 уникален как по прокатываемому сортаменту после пуска II очереди, так и по энерговооруженности, степени автоматизации, специальным адъюстажным средствам, предусмотренным для каждого из потоков.

Впервые для автоматизации головной части стана применена цифровая информационная система, позволяющая программировать загрузку печей блюмсами определенного типа, их выдачу после нагрева, информировать операторов клетей и рабочих мест управления клеймителями, всеми необходимыми данными, вести оперативный учет прокатанной продукции.

Суммарная установочная мощность электродвигателей стана 30 000 *квт;* вес механического оборудования, включая сменные комплекты, вспомогательное оборудование, запасные узлы и части, составляет 17 000 *т.*

УДК 621.771.22

АДЪЮСТАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРУПНОСОРТНО-ЗАГОТОВОЧНОГО СТАНА 950/800

М. И. БАКУНИН
НИИТЯЖМАШ УЗТМ

Участок адъюстажа квадратных заготовок стана 950/800 примыкает к раскатным полям перед чистовой линией, на рольганге которого происходит формирование пучка заготовок, состоящих из двух-трех штук. Резка заготовок на заданные длины производится на кривошипно-рычажных ножницах усилием резания 800 *т.* Ножницы открытого типа, с безредукторным приводом от двух двигателей мощностью 515 *квт,* 25 *об/мин.* Перестановка верхнего суппорта и прижим заготовок в процессе резки осуществляются от гидравлических цилиндров. Давление рабочей жидкости (эмульсии) до 80 $кГ/см^2$.

Ножницы оборудованы исчезающим упором для выравнивания концов заготовок перед резом, сталкивателем обрезков, отодвигающимся рольгангом, передвижным упором со щитом консольного типа. Устройство для уборки обрези скипового типа с тележкой емкостью около 5 *т.* Разгрузка обрези производится в специальные железнодорожные гондолы, периодически перемещаемые от специальной лебедки для равномерного распреде-

ления обрези в кузове гондолы. В периоды движения скипа желоб, по которому обрезь поступает в тележку, перекрывается затвором с гидравлическим приводом, образуя бункер.

Клеймение заготовок осуществляется после их остановки исчезающим упором и центровки по оси рольганга, а также частичной правки фиксирующими бортами. На уборку в поперечные складские пролеты, примыкающие к уборочным пролетам блюминга, заготовки передаются шлеппером непрерывного действия и линией рольгангов. Участки уборочных стеллажей имеют исчезающие упоры и сталкиватели усилием 35 *т*.

Предполагается автоматическое управление всеми механизмами участка с главного поста управления у ножниц с исполнением ряда операций при полуавтоматическом управлении (импульс на перекрытие желоба с обрезью и следование скипа на уборку, сдвижка вагонов). При получении полос в пучке, значительно отличающихся по длине, возможно выполнение ряда операций по обрезке задних концов полос в пучке при ручном управлении.

Участок оснащен промышленными телевизионными установками для наблюдения с главного поста управления за загрузкой уборочных стеллажей, работой передаточного устройства, загрузкой скиповой тележки обрезью и разгрузкой ее в гондолы.

Участок уборки крупной круглой заготовки примыкает к раскатным полям перед чистовой линией и выполнен в виде наклонного стеллажа, на который заготовки выдаются одним из удлиненных цепных шлепперов. Стеллаж снабжен расположенными в два ряда исчезающими фиксаторами, управляемыми пневматическими цилиндрами.

Скатывающаяся по наклонному стеллажу заготовка останавливается на первом ряду фиксаторов, клеймится однорычажным клеймителем по боковой поверхности и передается на второй ряд фиксаторов, где накапливается заданное число заготовок, образующих пакет в соответствии с грузоподъемностью крана на уборке. Готовый пакет при опускании второго ряда фиксаторов передается в карман, откуда убирается краном.

Участок адъюстажа сортового проката и трубной заготовки примыкает к раскатным полям за чистовой линией. Полоса проката по линии рольгангов после чистового пропуска в клети дуо 850 поступает на отделение пил горячей резки, имеющее восемь передвижных и одну стационарную пилу, устройства для уборки обрези в вагоны и передачи проб.

Резка на пилах ведется по следующей схеме. Необходимым числом передвижных пил, в зависимости от заданного раскроя, производится для n полосы обрезка переднего конца и резка на мерные длины, кроме заднего конца. Одновременно с этим производится обрезка заднего конца $n—1$ полосы. Уборка обрези при указанной схеме концентрируется между последней из передвижных пил, имеющей весьма незначительное настроечное

перемещение вдоль фронта рольгангов, и стационарной пилой. Обе указанные пилы имеют сталкиватели обрезков реечного типа, передающие обрезки на снабженные наклоняющимися платформами тележки. По мере накопления обрези на тележках последние поочередно передвигаются к тележке скипа, где специальным подъемным роликом производится поворот на определенный угол платформы тележки и сбрасывание обрези в скип. Скиповое устройство и механизм перемещения гондол для уборки обрези аналогичны применяемым на участке заготовки.

Передвижные пилы установлены на катках и передвигаются по рельсам вдоль фронта рольгангов специальными механизмами передвижения, смонтированными на пилах. Фиксация передвижных пил относительно рельсов производится специальными рычажными захватами посредством пружин. Сжатие пружин для раскрытия рычажных захватов осуществляется от установленного на пиле индивидуального гидропривода. Привод вала диска пилы безредукторный, от электродвигателя переменного тока мощностью 200 *квт*, с числом оборотов 985 в минуту через специальную зубчатую муфту. Окружная скорость диска около 100 *м/сек*. Диск установлен на четырехзвенном рычажном механизме, обеспечивающем с весьма незначительными отклонениями горизонтальную подачу диска на рез, с автоматически регулируемой скоростью подачи в пределах 14—270 *м/сек*.

Пробы к столу мастера у клети дуо 850 передаются двумя тележками с канатными приводами. Первая тележка, получив сброшенную с рольганга сталкивателем обрезков пробу, при сдвинутой тележке уборки обрези передает ее в параллельный становому пролет и в конечном положении сбрасывает пробу в тележку, транспортирующую ее к столу мастера по рельсовым путям, прикрепленным на консолях к колоннам здания.

Порезанные на пилах штанги проката за счет разных скоростей рольгангов движутся на участке установки клеймителя с разрывами, достаточными для клеймения свободно подвешенным рычагом со сменной кассетой клейм.

Пакетировка проката происходит на рольганге с косорасположенными роликами, угол установки роликов относительно продольной оси рольганга 75°. Привод осуществляется от электродвигателей постоянного тока через редукторы с цилиндрическими передачами на группу, состоящую из трех роликов. Всего рольганг имеет пять трехроликовых секций. Для пакетировки проката круглого сечения предусмотрены также пневматические толкатели, дающие начальный импульс на движение проката в случаях, если будет происходить замедление процесса пакетировки за счет вращения штанг в сторону, обратную пакетированию. На пакетировочном рольганге возможны также режимы пропуска без пакетировки немерных штанг, следующих через рольганг на стеллаж уборки немерных длин первыми после реза на стационарной пиле.

На уборочной части стана, включая участки рольгангов перед и за холодильниками, транспортировка проката поштучно или в пакетах осуществляется роликами рольганга с индивидуальными приводами от электродвигателей серии АР. Ролики рольганга выполнены с бочкой диаметром 350 *мм,* с цилиндрическим одноступенчатым редуктором, соединенным с двигателем через муфту с высокоэластичной резиновой кольцевой оболочкой.

Передача металла по холодильникам и уборочным стеллажам производится попакетно, с подъемом пакетов над уровнем стеллажей. Приводы подъема дорожек гидравлические, перемещение проката — от трансмиссий с канатными барабанами.

Роликоправильная машина подвижная с консольно расположенными шестью роликами диаметром 860—1030 *мм,* с шагом 1200 *мм* обеспечивает скорость правки 0,8—1,7 *м/сек.* Привод роликов от электродвигателя постоянного тока мощностью 200 *квт* с регулируемым от 500 до 1200 числом оборотов в минуту. Нажимные устройства, механизмы осевой настройки валков, приводы настройки вертикальных роликов со стороны задачи и выдачи имеют индивидуальные приводы от электродвигателей. Перемещение машины по направляющим осуществляется винтовым механизмом. Для облегчения условий подачи погнутых штанг разной длины в машину предусмотрены два подъемных ролика.

Участки пил, холодильников, уборочных стеллажей могут работать при автоматической и полуавтоматической системах управления по заданным с центральных постов управления программам. Управление и корректировка процессов при правке проката и поштучной выдаче его с холодильников осуществляется ручным управлением.

Отличительными особенностями участков адъюстажного оборудования стана являются полная механизация всех операций и автоматизация основных процессов. Впервые применена передача проката на холодильниках и уборочных стеллажах стана с подъемом проката над уровнем стеллажа, что позволяет упорядочить транспортировку проката по холодильнику и автоматизировать его работу, улучшить качество поверхности проката, снизить шум на участке охлаждения и уборки.

Важное значение имеют также впервые примененная для станов СССР планировка участка пил, позволяющая производить однониточную порезку и клеймение проката, концентрацию уборки обрези на рядом стоящих пилах, механизацию и автоматизацию уборки обрези как от пил, так и от ножниц непосредственно в вагоны, уборку проб, пакетную резку квадратных заготовок на ножницах и их клеймение.

УДК 621.771.073

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ПОДУШЕК НИЖНИХ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ ЛИСТОВЫХ СТАНОВ

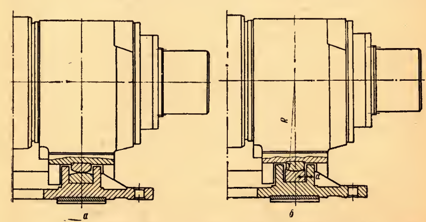
М. И. ШИНКАРЕНКО
НКМЗ

Л. Д. ДМИТРИЕВ, Н. М. КИРИЛИН,
И. М. МЕЕРОВИЧ, В. А. РОМАЩЕНКО
ВНИИМЕТМАШ

Проблема повышения точности листового проката непосредственно связана с вопросом увеличения жесткости клетей листовых станов. Независимо от типа стана увеличение жесткости клетей может быть достигнуто увеличением жесткости отдельных элементов клети и созданием конструкций с меньшим числом деталей, созданием предварительно напряженных клетей с постоянной величиной предварительного напряжения и клетей, в которых величина предварительного напряжения изменяется в пределах колебания усилия прокатки.

Исследования современных листовых станов показывают, что изменяя конструкции опор подушек нижних опорных валков можно повысить жесткость клетей.

Основное назначение опор — обеспечение самоустановки подушек валков и передача на станины клети усилия прокатки. В существующих конструкциях клетей листовых станов подушки верхних валков передают усилие на нажимные винты через сферические подпятники, а нижние подушки — через скругленные опоры (фигура, *а*) или узкие площадки (плоские опоры)



Конструкции опоры подушек нижнего опорного валка:
а — существующая; *б* — рекомендуемая

шириной до 100 *мм*. При этом в связи с тенденцией увеличения жесткости клетей, в настоящее время имеются попытки увеличить ширину опорной площадки до 200 *мм*. Такие опоры нижнего валка имеют целый ряд серьезных недостатков, главными из которых являются низкая жесткость и недостаточные условия для самоустановки подушек. Низкая жесткость их объясняется характером сопряжения и геометрией контактирующих поверхностей, которые при росте нагрузки до рабочего усилия прокатки резко изменяют форму контакта от прямой линии до узкой площадки. Возникновение такой площадки резко ухудшает условия самоустановки подушек, что в свою очередь неблагоприятно сказывается на работе подшипников.

При плоских опорах вообще отсутствуют необходимые условия для самоустановки подушек нижнего валка.

Лучшее конструктивное решение, устраняющее указанные недостатки скругленных и плоских опор, представлено на фигуре, *б*. В данной опоре контакт происходит по цилиндрической поверхности, описанной радиусом R из точки пересечения осей подшипника и валка, что создает повышенную жесткость опоры и благоприятные условия для самоустановки подушек. Зазор a необходим для самоустановки узла валка с подушками. Его величина выбирается в зависимости от величины теплового удлинения валка и отклонения межосевого расстояния между подушками валков от номинального размера.

Деформация предлагаемой опоры по сравнению со скругленной опорой будет меньше в

$$n = \frac{\ln \frac{4R_1 R_2}{b_2^2} + 0{,}814}{\ln \frac{4R_1 R_2}{b_1^2} + 0{,}814} \text{ раз},$$

где R_1 и R_2 — радиусы втулки и вкладыша.

Ввиду малой разницы R_1 и R_2 можно принять

$$R_2 + R_1 = 2R; \quad R_1R_2 = R^2 \quad \text{и} \quad R_2 - R_1 = \delta.$$

Тогда

$$b_1 = 1{,}522 \sqrt{\frac{PR^2}{El\delta}};$$

$$b_2 = 1{,}522 \sqrt{\frac{PR}{2El}},$$

где l — длина опоры;

P — половина усилия прокатки.

Например, при $P = 1000$ *т*, $l = 1200$ *мм*, $R = 1000$ *мм*; $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ *кГ/см²*, $\delta = 0{,}1$ *мм*, $n = 5{,}25$, т. е. жесткость цилиндрической опоры по сравнению со скругленной опорой будет в 5,25 раз больше.

Из расчета видно, что предлагаемая конструкция опор подушек нижнего опорного валка позволит повысить жесткость клетей листовых станов и улучшить условия эксплуатации подшипников.

Замена существующих опор на действующих станах легко осуществима и может быть произведена при минимальных затратах средств. Следует отметить, что возможно также применение сферических опор подобных верхней подушке, где передача усилия на винт производится через сферический подпятник.

УДК 621.771.251

ЖЕСТКОСТЬ КЛЕТЕЙ И ТОЧНОСТЬ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 350

В. П. КАЛИНИН, С. Д. МАРКОВА, А. М. ДЖЕТЫМОВ
ВНИИМЕТМАШ

При проектировании новых сортовых станов и реконструкции существующих появляется необходимость выбора оптимальной жесткости клетей в сочетании с какой-либо системой автоматического регулирования параметров процесса для обеспечения необходимой точности проката. Поэтому накопление материалов по исследованию точности получаемой продукции при одновременном измерении жесткости клетей и при различных способах регулирования процесса представляет определенный интерес. ВНИИМЕТМАШем проведено исследование на стане 350 Череповецкого металлургического завода.

Полунепрерывный стан состоит из трех непрерывных групп, расположенных последовательно в три линии. На первой линии расположены две группы: первая состоит из пяти и вторая из трех рабочих клетей. На второй линии девятая и десятая — горизонтальные клети с валками диаметром 420×800 *мм* устанавливаются последовательно на расстоянии, большем максимальной длины прокатываемых полос. На третьей линии поочередно расположены две горизонтальные и две вертикальные клети, образующие непрерывную группу. Каждая клеть имеет привод от индивидуального электродвигателя с регулируемым числом оборотов.

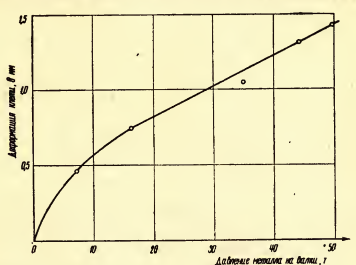
Рабочие валки во всех клетях установлены на подшипниках жидкостного трения.

Характеристика жесткости 12 клети стана 350 определялась по данным исследования давления металла на валки в процессе обычной прокатки, одновременно с которыми фиксировалась де-

формация всех элементов клети. Замерялся зазор при прокатке и при отсутствии металла в валках.

Усилие прокатки измерено мессдозами, установленными под правый и левый нажимные винты.

В результате экспериментов найдена зависимость деформации клети от нагрузки на валки (см. фигуру), являющаяся характеристикой жесткости клети. Кривая жесткости имеет характерный криволинейный участок, на котором наблюдается ин-



Кривая жесткости горизонтальиой клети чистовой группы стаиа 350 ЧерМЗ

тенсивное изменение зазора между валками при сравнительно малых изменениях нагрузок на валки. Для 12 клети стана величина интенсивного изменения зазора зависимости $\delta=f(p)$ заканчивается при нагрузке 15 *т*. Далее начинается линейный участок, который характеризует упругую деформацию валков и деталей, воспринимающих нагрузку.

Критерием жесткости является угол наклона линейного участка.

Определяем угол наклона зависимости $\delta=f(p)$ для 12 клети стана.

Перепаду давления металла на валки Δp соответствует изменение зазора между валками $\Delta\delta$, тогда

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{\Delta\delta}{\Delta p} \quad \text{и} \quad \Delta\delta=\operatorname{tg}\alpha\,\Delta p.$$

На основании полученных материалов определяем коэффициент при Δp в последнем равенстве.

Изменение нагрузки на валки 12 клети на 10 *т* соответствует изменению зазора между валками $\Delta\delta = 0{,}21$ *мм*, тогда

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta\delta}{\Delta p} = \frac{0{,}21}{10} = 0{,}021 \ \text{мм}/m.$$

Следовательно, для 12 клети стана 350 окончательно получаем характеристику жесткости для прямолинейного участка

$$\Delta\delta = 0{,}021\,\Delta p.$$

Это равенство справедливо при

$$p_1 \geqslant 15\,m\,(\Delta p = p_2 - p_1).$$

Для определения деформации клети в абсолютных единицах нужно пользоваться уравнением прямолинейного участка в зависимости $\delta = f(p)$ в виде

$$\delta = \kappa p + b,$$

где δ — условный зазор между валками;
K — угловой коэффициент уравнения;
p — давление металла на валки;
b — отрезок на оси OY, отсеченный продолжением прямолинейного участка кривой жесткости.

Для 12 клети это уравнение можно также записать в виде

$$\Delta\delta = 0{,}021\,\Delta p + 0{,}4,$$

где Δp — разность между текущими значениями давления металла на валки.

Исследование технологических параметров процесса прокатки свидетельствует о том, что давление металла на валки в 12 клети стана колеблется в пределах $p = 10$—36 *т*. При этом для большинства профилей, за исключением одного, давление металла на валки находится в области, соответствующей линейным участкам жесткости.

Для оценки возможностей чистовой группы стана 350 по точности прокатки проведено исследование точности проката круга диаметром 25 *мм* из ст. 3, круга диаметром 28 *мм* из стали 45 и уголка $50\times50\times5$ *мм* из ст. 3. На круглых профилях замерялись диаметры по направлению обжатия и уширения, на уголке ширина и толщина полок. При изучении точности вдоль длины раската замеры делались через 200, 1000 и 3000 *мм*.

Замеры проводились при различных режимах прокатки, включающих прокатку с большим натяжением, существующий режим прокатки с незначительным натяжением при регулировании оператором и прокатку с петлей при автоматическом регулировании с помощью петлевика системы ВНИИМЕТМАШ, установленного между 11 и 12 клетями.

Результаты исследования прокатанного уголка $50\times50\times5$ *мм* позволили выявить утяжку по горизонтальному и вертикальному диаметрам, особенно в средней части полосы. При увеличении величины натяжения увеличивается и утяжка профиля. Увеличивается горизонтальный диаметр на концах полосы в связи с постепенным уменьшением натяжения.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

согласно результатам исследования жесткость клетей стана является достаточной для получения качественной готовой продукции при ручном и автоматическом управлениях скоростным режимом;

незначительная величина концевых эффектов на большинстве профилеграмм свидетельствует о достаточно равномерном температурном режиме нагрева и надлежащем скоростном режиме чистовой группы стана. Биение валков отсутствует;

из анализа профилеграмм следует, что существующий способ настройки скоростного режима чистовой группы полностью отвечает требованиям получения точного профиля. Нет необходимости вводить автоматическое регулирование через петлю для обеспечения требуемой точности. На стане имеются резервы в части повышения точности прокатки по существующему ГОСТу.

УДК 621.771.01

МАКСИМАЛЬНЫЕ УГЛЫ ЗАХВАТА ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ

М. С. КАРПЫШЕВ

Ижорский завод им. А. А. Жданова

Вопрос максимального угла захвата металла валками является важным как при эксплуатации, так и при проектировании прокатных станов и поэтому интересует не только технологов прокатчиков, но также и машиностроителей. С максимальным углом захвата связано количество проходов при прокатке, а в станах, где в каждой клети осуществляется по одному проходу— количество клетей.

Влияние неравномерного распределения моментов по шпинделям на максимальный угол захвата не учитывалось до сих пор.

Наибольший угол захвата при установившемся процессе прокатки, пренебрегая влиянием уширения, и отсутствии продольных приложенных к прокатываемому металлу сил определяет-

ся из уравнения равновесия, которое получается при проектировании сил, действующих на металл в направлении его движения.

При переходе к простому процессу прокатки получаем общеизвестную формулу, которая показывает, что при установившемся режиме максимальный угол захвата в два раза больше угла трения

$$\alpha_{max} = 2\varphi , \qquad (1)$$

φ — угол трения arctg μ.

Однако практикой работы прокатных станов и многочисленными исследованиями эти выводы не подтверждаются.

На практике наблюдаются случаи, когда прокатываемый металл начинает буксовать во время установившегося процесса прокатки, т. е. когда никаких причин для изменения угла опережения, изменения коэффициента трения и перераспределения удельных сил трения по дуге захвата не было.

Вывод формулы (1) при обоих приводных валках основывается на одинаковом воздействии валков на прокатываемый металл, т. е. принимается, что момент прокатки распределяется по шпинделям поровну.

Многими исследованиями доказано, что момент прокатки распределяется по шпинделям не одинаково. Соотношение моментов на шпинделях изменяется в процессе одного прохода и даже возможны случаи, когда при двух приводных валках весь момент прокатки передается одним шпинделем.

Момент прокатки и давление металла на валки практически не зависит от того, будут ли приводными оба или один валок, а следовательно, и не зависят от неравномерного распределения моментов по шпинделям во время прокатки. На этом основании можно сделать вывод, что силы, сопротивляющиеся проходу металла между валками, не зависят от распределения момента прокатки по шпинделям. Силы, втягивающие металл в валки, следует рассматривать отдельно для каждого валка, так как буксовка металла в валках наступит, как только момент на одном из шпинделей превысит максимально возможный момент трения металла о валки, если только к моменту начала буксовки не произойдет перераспределение моментов по шпинделям.

На Ижорском заводе им. А. А. Жданова для проверки уравниваются ли моменты на шпинделях к началу буксовки была проведена экспериментальная работа.

Исследования проводились на лабораторном стане при прокатке конических свинцовых образцов. Образцы прокатывались на гладкой бочке валка диаметром 210 *мм* при окружной скорости 0,35 *м/сек*. Привод валков через шестеренную клеть.

Осциллограммы показывают, что буксовка полосы наступает при значительной неравномерности распределения крутящих моментов по шпинделям.

Следовательно, необходимо рассматривать действие обоих валков на прокатываемую полосу раздельно.

Сделав те же допущения какие сделаны при выводе формулы, а именно:

$$p_x = \text{const}; \quad \gamma = 0,$$

$$M p_x = \text{const},$$

приходим к простому процессу прокатки. Тогда на верхний и нижний валки со стороны металла будут действовать силы: N_1 и N_2 — равнодействующие удельного давления, приложенные посредине дуги захвата, T_1 и T_2—равнодействующие сил трения металла о валки и со стороны шпинделей крутящие моменты M_1 и M_2. Равнодействующие удельного давления равны между собой $N_1 = N_2 = N$.

Максимальное значение силы трения металла о валок

$$T = N \mu .$$

Силы трения, которые используются для втягивания металла в валки определяются условием равновесия валков:

$$T_1 = \frac{M_1}{r} \quad \text{и} \quad T_2 = \frac{M_2}{r}, \tag{2}$$

причем

$$M_1 + M_2 = M_{\text{пр}}, \tag{3}$$

где $M_{\text{пр}}$ — полный момент прокатки.

Разберем процесс прокатки, когда $M_1 \neq M_2$. Предположим, что $M_1 < M_2$, обозначим отношение

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{T_1}{T_2} = \kappa, \tag{4}$$

тогда

$$M_1 = \kappa M_2; \quad T_1 = \kappa T_2 .$$

Максимальный момент, передаваемый нижним валком, при этом будет когда величина силы T_2 станет равной

$$T_2 = T = N \mu, \tag{5}$$

тогда максимальный момент прокатки до начала буксовки будет

$$M_{\text{пр}} = M_1 + M_2 = (1 + \kappa) T r . \tag{6}$$

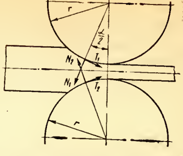
Силы, действующие на полосу, будут равны силам, действующим на валок, но противоположны по направлению (см. фигу-

ру). Спроектировав силы, действующие на полосу на направление ее движения, можно в результате преобразований получить

$$\alpha_{max} = (1 + \kappa)\varphi. \quad (7)$$

При $k=0$, т. е. когда $M_1=0$, что может быть не только при одном приводном валке

$$\alpha_{max} = \varphi; \quad (8)$$



Силы, действующие на металл при установившемся процессе прокатки

при $k=1$, когда момент прокатки делится шпинделями поровну, максимальный угол захвата будет иметь наибольшую величину

$$\alpha_{max} = 2\varphi. \quad (9)$$

Однако даже при распределении момента прокатки по шпинделям поровну и при отсутствии печной окалины максимальный угол захвата при установившемся движении не может достигнуть значения, равного двум углам трения, так как прокатка без опережения невозможна и удельные давления металла на валки распределяются неравномерно по дуге захвата, что снижает максимальный угол захвата.

Можно принимать $k=0{,}25 \div 0{,}36$.

Найдем отношение угла захвата при установившемся движении к углу захвата при захвате для указанных значений

$$\frac{\alpha_у}{\alpha_з} = \frac{(1+\kappa)\varphi}{\varphi} = 1 + \kappa = 1{,}25 - 1{,}36;$$

$\alpha_у$ — угол захвата при установившемся процессе прокатки;
$\alpha_з$ — угол при захвате металла валками.

При индивидуальном приводе каждого валка можно получить распределение моментов по шпинделям более равномерным, чем при передаче вращения валкам через шестеренную клеть. Поэтому индивидуальный привод валков помимо других преимуществ позволяет вести прокатку более устойчиво в отношении буксовки полосы, а также за счет распределения моментов по шпинделям получать изгиб прокатываемой полосы только вверх.

Неравномерное распределение момента прокатки по шпинделям является основным фактором, влияющим на уменьшение возможности захвата металла при установившемся процессе прокатки, и объясняет явления, почему нормально захваченный металл буксует в процессе установившегося движения.

УДК 621.774.372

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ РАБОЧЕЙ ЛИНИИ МНОГОНИТОЧНОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА

Н. Н. ТУТУРИН, З. И. ПЕРЦИКОВ

Иркутский завод тяжелого машиностроения

Одним из наиболее серьезных усовершенствований современных трубоволочильных и калибровочных станов является включение в состав рабочих линий проталкивателей — устройств для принудительной задачи в волоку прутков или труб без предварительного заострения или забивки концов вне стана.

Однако многониточное волочение имеет ряд особенностей, усложняющих автоматизацию управления основными механизмами многониточного стана.

Одновременно прутки (трубы), подвергающиеся волочению, могут иметь разную длину, в связи с чем волочение их заканчивается неодновременно. Сигнал об окончании волочения может быть подан только по выходе из волоки самого длинного прутка (трубы), а им может оказаться любой из комплекта.

Отклонение заготовок по диаметру, различное состояние их поверхности, местная кривизна, а также отклонения в размерах клиновых зажимов проталкивателя приводят к различной величине хода самозатяга клиновых зажимов. А так как самозатяг происходит во время рабочего хода каретки проталкивателя, то собственно проталкивание начинается неодновременно. В результате к концу хода каретки протолкнутые концы заготовок могут быть различны по длине. Проталкивание же можно считать законченным после того, как концы всех заготовок данного комплекта будут выходить за плоскость доски волок на определенную величину. Минимальное значение этой величины определяется условиями надежного захвата прутков (труб) волочильной тележкой, максимальное — ограниченной глубиной зева тележки.

Станы, установленные за последние годы на отечественных предприятиях, снабжены двумя видами устройств.

Устройства, контролирующие только длину протолкнутых концов труб. Эти электромеханические устройства, встраиваемые в проталкиватель (станы фирмы «Шевалье»), работают по принципу регистрации пути, проходимого трубой при проталкивании. Назначение их — подача команд на захват тележкой протолкнутых труб или повторение проталкивания недоданных труб. Они имеют сложную кинематику и, будучи закрытыми от постоянного наблюдения работающих на стане, часто выходят из строя.

Устройства, регистрирующие длину протолкнутых концов прутков и окончание волочения с помощью нескольких комплек-

тов фотоэлектрических датчиков, которые устанавливаются за доской волок. Количество датчиков определяется количеством одновременно волочимых прутков.

Такие устройства могут устанавливаться только на одноцепных станах, т. е. когда рабочая ветвь тяговой цепи проходит ниже линии волочения. Для двухцепных станов, у которых тяговые цепи находятся в одной плоскости с линией волочения, они неприменимы.

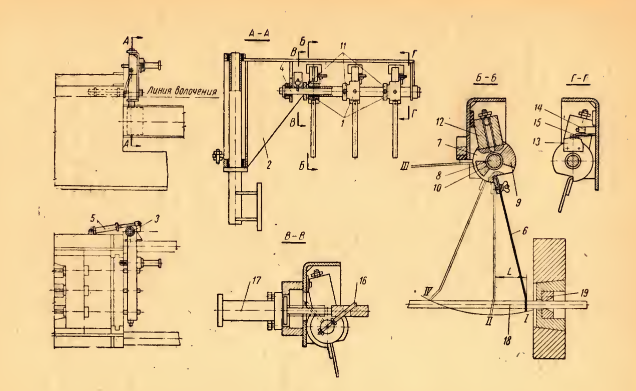
При установке фотореле и осветителей на значительном удалении от прутков и один от другого не удается получить достаточно четкой работы автоматики, особенно на прутках диаметром менее 40 *мм.* На Иркутском заводе тяжелого машиностроения разработана и внедрена конструкция автоматического устройства для управления механизмами рабочей линии волочильного стана (см. фигуру). В отличие от описанных выше, новое устройство применимо как для одноцепных, так и для двухцепных многониточных трубоволочильных и калибровочных станов и обеспечивает контроль окончания волочения, т. е. подачу команд на возврат волочильной тележки или сброс труб (прутков) на отвод оправок и поворот загрузочного барабана (для трубоволочильных станов), а также управление проталкивателем и подачу команд на начало волочения.

Устройство представляет собой блок электромеханических датчиков флажкового типа, устанавливаемый на поворотной консоли за доской волок. Оно может быть применено не только в новых конструкциях, но и при модернизации действующего оборудования, так как весьма просто в изготовлении и компактно.

Консоль *2* с флажковыми датчиками *1* установлена на колонке *3,* прикрепленной к раме рабочего стола стана.

Пневмоцилиндр *5* служит для поворота консоли, которая на время наладочных или ремонтных работ может отводиться в параллельное оси стана положение. При нечастых переналадках и небольшом весе консоли пневмоцилиндр может быть исключен из состава механизма, тогда отвод консоли будет осуществляться вручную. Флажки *6* датчиков крепятся к ступицам *7,* свободно посаженным на общий вал *8.* На торце ступиц имеются сегментные кулачки *9,* которые при определенном положении флажков могут зацепляться с кулачками *10,* закрепленными на валу *4* муфт *11.* К ступицам флажков прикреплены противовесы *12* и плоские кулачки *13.* Электрические переключатели *14* крепятся к консоли. Нормально закрытые контакты переключателей включены в цепь управления приводом тележки и других механизмов, включаемых по окончании волочения; нормально открытые контакты включены в цепь управления проталкивателем.

Для передачи механического импульса от кулачков *13* переключателем служат пластинчатые пружины *15.*



Автоматическое устройство для управления механизмами рабочей линии волочильного стана

На валу закреплен поводок *16,* посредством которого пневмоцилиндр *17* поворачивает вал с муфтами.

В исходном рабочем положении флажки повернуты вниз до упора противовеса в буфер 1 (позиция *I*). Шток пневмоцилиндра выдвинут, кулачки *13* через пружины нажимают на штифты переключателей.

Концы труб *18,* выходящие в процессе проталкивания из волок *19,* отводят флажки в направлении позиции *II.* После того как флажок пройдет позицию *II,* крутящий момент, создаваемый силой тяжести противовеса, изменит свое направление, и флажок будет отброшен под действием этого момента в горизонтальное положение (позиция *III*). При этом кулачок *9* соприкасается с кулачком *10.* Кулачок *13* освобождает пружину *15* и переключатель срабатывает. Процесс проталкивания будет прекращен, если сработают все три переключателя. Если же по окончании полного хода проталкивателя сработают не все переключатели, то для недоданных труб проталкивание повторится. При поднятых флажках открывается свободный доступ волочильной тележки для подхода и захвата труб. Расстояние L между позициями *I* и *II* определяется минимальной длиной конца трубы, необходимой для надежного захвата волочильной тележкой, и при необходимости может изменяться подгибанием флажков.

В процессе волочения тележка через путевой выключатель включает пневмоцилиндр, который поворачивает вал. При этом муфты поворачивают ступицы до прижатия флажков к протягиваемым трубам (позиция *IV*). Цилиндр остается под давлением, и как только самая длинная труба выйдет из волоки и упадет, флажки будут довернуты до своего исходного положения (позиция *I*). Кулачки *13* через пружины снова нажмут на штифты переключателей, которые дадут электрический сигнал, регистрирующий окончание волочения. Этот же сигнал используется для возврата штока цилиндра в исходное положение.

Лабораторные и стендовые испытания данного устройства, включенного в состав двухцепного трехниточного трубоволочильного стана, подтвердили его работоспособность и надежность. Описанное устройство вместе с путевыми выключателями (контактного или бесконтактного типа), управляющими изменением скоростей привода волочильной тележки, составляет комплекс средств автоматики рабочей линии волочильного стана.

УДК 621.771.011

ПРОДОЛЬНАЯ РАЗНОТОЛЩИННОСТЬ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ ЛИСТОВ

Ю. С. ДОДИН, М. Я. БРОВМАН
Южно-Уральский машиностроительный завод

Используя уравнення современной теорнн прокатки, можно получить выражение для определения относнтельной разнотолщинности проката. В случае горячей прокатки листов $\left(\frac{l}{h_{\text{ср}}}>2\right)$ это выражение сводится к виду:

$$\delta h_{\max} = A\,(K_h + K_R + K_\sigma) = \delta h_h + \delta h_R + \delta h_\sigma\,, \tag{1}$$

где

$$K_h = (1 - 0{,}82\,\varepsilon)\,,$$

$$A = \frac{\frac{1}{1-\varepsilon}}{1 + 2{,}5\,\frac{C_{\text{к}}\,h_0}{\sigma\, b\, R}}\,,$$

$$K_R = 5\,\frac{C_{\text{к}}}{\sigma\, b}\,\delta R\,,$$

$$K_\sigma = \varepsilon\,(1 - 0{,}5\,\varepsilon)\left(\delta b + 1{,}47\,\frac{\sigma_s}{\sigma}\,\delta\sigma_s + 0{,}64\,\frac{\sigma_0}{\sigma}\,\delta\sigma + 0{,}64\,\frac{\sigma_1}{\sigma}\,\delta\sigma_1\right).$$

В приведенных выраженнях δh_0, δR, δb, $\delta\sigma_s$, $\delta\sigma_0$, $\delta\sigma_1$ — относнтельные колебания начальной толщнны проката, радиуса валков, предела текучести прокатываемого материала, заднего и переднего натяжений; ε — относнтельное обжатие; $C_{\text{к}}$ — жесткость клетн; $\sigma = 1{,}15\sigma_s - \frac{\sigma_0+\sigma_1}{2}$.

Выраженне (1) определяет максимально возможную относительную разнотолщинность проката при нзвестных отклонениях параметров прокатки от номинальных значений. Практнческий ннтерес представляет не макснмальная разнотолщинность, так как вероятность ее появления мала, а наиболее вероятная разнотолщинность δh. На основе теорнн случайных функций вероятная разнотолщинность определяется выраженнем

$$\delta h = A\sqrt{K_h^2 + K_R^2 + K_\sigma^2} = \sqrt{\delta h_h^2 + \delta h_R^2 + \delta h_\sigma^2}\,. \tag{2}$$

Однни нз способов уменьшення продольной разнотолщинности является повышение жесткости клетн. Как показывает ана-

лиз выражения (2), существует оптимальное значение $C_к = C_к^*$ при котором δh принимает минимальное значение.

$$C_к^* = 0{,}1 \, \sigma \, b \frac{h_0}{R} \cdot \frac{K_h^2 + K_\sigma^2}{\delta R^2}. \tag{3}$$

Использование выражений (2) и (3) позволяет в процессе проектирования стана предусмотреть возможность прокатки с минимальной разнотолщинностью.

Для примера определялась вероятная разнотолщинность листа 2×1000 *мм* (сталь 08кп), прокатываемого в чистовой группе стана 1680 при условии, что жесткость каждой клети оптимальная.

Расчет проведен для случая $\delta h_0 = 0{,}1$; $\delta\sigma_s = \delta\sigma_0 = \delta\sigma_1 = 0{,}1$ и согласно техническим условиям на изготовление валков $\Delta R = 0{,}15$ *мм*, т. е. $\delta R = 5 \cdot 10^{-4}$.

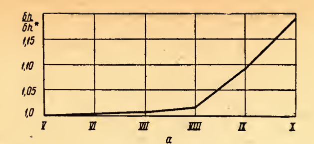
Вероятная разнотолщинность при прокатке листа толщиной 2 *мм* на таком стане 6,85%. Основное влияние на конечную разнотолщинность проката в данном случае оказывает радиальное биение валков, поэтому для уменьшения разнотолщинности необходимо прежде всего стремиться к уменьшению δR. Так, если $\Delta R = 0{,}1$ *мм*, то вероятная разнотолщинность уменьшается на 27% и составит 5%,

Необходимо выяснить влияние отклонения жесткости клетей от оптимального значения на конечную разнотолщинность проката. На фигуре, *а* приведен график, где за ось ординат принято отношение вероятной разнотолщинности проката после X клети, получаемой при отклонении жесткости в данной клети (указанной на оси абсцисс) от своего оптимального значения на 50%, к вероятной разнотолщинности δh^*, получаемой при $C_к = C_к^*$ во всех клетях. Наибольшее влияние на вероятную разнотолщинность оказывают отклонения от оптимальной жесткости в последних клетях непрерывной группы.

Значит при проектировании прокатных станов необходимо принимать для последних клетей непрерывной группы оптимальную жесткость. Значения же жесткостей остальных клетей могут довольно значительно отклоняться от оптимальных, и чем дальше клеть отстоит от конца прокатки, тем большие отклонения можно допустить без ущерба для конечной разнотолщинности.

Из выражения (2) следует, что с уменьшением ε уменьшается и вероятная разнотолщинность, поэтому при выборе режимов обжатий следует стремиться к уменьшению обжатий в последних проходах, влияние которых особенно велико на точность размеров получаемого проката.

Однако суммарное обжатие при прокатке в несколько проходов обычно является величиной фиксированной, определяемой начальной толщиной подката и конечной толщиной прока-



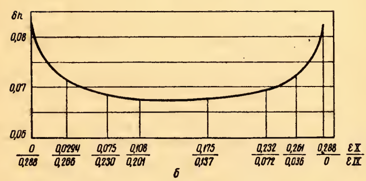


График влияния жесткости иа разнотолщинность проката *(а)* и зависимость вероятной разнотолщинности от распределения обжатия *(б)*

та. Поэтому уменьшение обжатия в последней клети приводит к увеличению обжатия в предыдущей. Чрезмерное увеличение обжатия в предыдущей клети может привести к увеличению конечной разнотолщинности.

На фигуре, *б* приведен график зависимости вероятной разнотолщинности от распределения обжатий в *IX* и *X* клетях для стана 1680.

При заданном суммарном обжатии в двух последних клетях $\varepsilon=0{,}288$ существуют оптимальные значения ε_{IX} и ε_X, при которых δh принимает минимальное значение, равное 6,7%.

Рекомендована новая схема обжатий, отличающаяся тем, что в *IX* и *X* клетях обжатия значительно уменьшены за счет увеличения обжатий в предыдущих клетях. При этом давления нигде не превосходят допустимых.

Применение новой схемы обжатий и выбор соответствующих $C_к^*$ в *IX* и *X* клетях позволяет снизить вероятную разнотолщинность до 6%.

Таким образом, применение изложенной методики расчета позволяет не только рассчитать вероятную разнотолщинность, но и наметить рациональные пути ее уменьшения, что имеет большое практическое значение.

УДК 621.77.01

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ ИСТИННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

В. И. ДУНАЕВСКИЙ, Л. Л. ЛАПШОВ, В. И. ЦЫБАНОВ

Старо-Краматорский машиностроительный завод им. С. Орджоникидзе

Наиболее просто и удобно построение диаграмм истинных напряжений производить по известной нагрузке при растяжении и текущему значению наименьшего диаметра образца. Измерение наименьшего диаметра образца при появлении шейки связано с невозможностью определить перед началом растяжения место образования шейки и производить измерение контактным способом из одного положения измерительного средства (при удлинении происходит смещение и изменение формы шейки растягиваемого образца), измерение диаметра необходимо вести синхронно с записью машинной диаграммы.

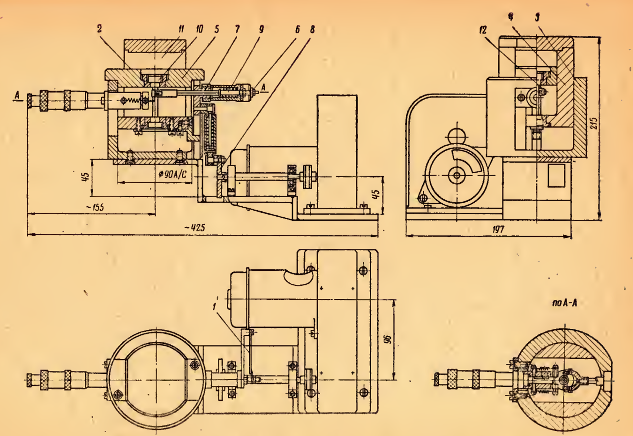
Предложен контактный метод непрерывного измерения формы и наименьшего диаметра образца при помощи следящего механизма, встроенного в корпус реверсора (см. фигуру).

Реверсор состоит из корпуса *3*, стакана *4*, поперечины *5*, проходящей через вырез в стакане и закрепленной винтами к корпусу. Стакан закрыт крышкой *11*. Образец *10* удерживается в отверстиях стакана и поперечины сухарями *2*, центрируясь строго по оси реверсора.

Узел следящего механизма состоит из электродвигателя постоянного тока, прямозубого цилиндрического редуктора и кривошипно-шатунного механизма (кривошипный диск *8*, раздвижной шатун *6*, ползун *7*). Ползун перемещается параллельно оси образца в пазу корпуса. Пружина прижимает толкатель *9* вместе с закрепленной на нем вилкой с иглой *12* к рабочей поверхности образца. Упор, закрепленный на другом конце толкателя, прижимается к пружинной пластинке *1*, на которой наклеены тензодатчики сопротивления.

При включении электродвигателя ползун совершает возвратно-поступательное движение, перемещая вилку с иглой по образующей поверхности образца. При растяжении образца его первоначальный диаметр d_0 изменяется до d_l, толкатель при этом перемещается в радиальном направлении на расстояние $\frac{d_0-d_l}{2}$ и, соприкасаясь с пластинкой, вызывает появление тока в измерительной цепи тензодатчиков и усилителя.

В предлагаемой конструкции шатун выполнен раздвижным, а возможный ход ползуна больше первоначальной длины образца на величину его абсолютного удлинения. В начале растяжения ползун наталкивается на упор, закрепленный к стакану; при дальнейшем вращении кривошипа ползун стоит на месте, а шатун раздвигается. По мере удлинения образца упор опуска-



Устройство для измерения формы и наименьшего диаметра образца при растяжении

ется, позволяя ползуну переместиться на расстояние, соответствующее длине растянутого образца. Раздвижной шатун дает возможность контролировать диаметр образца по всей длине на протяжении всего процесса растяжения.

Для построения диаграмм истинных напряжений в качестве исходных материалов были использованы машинная диаграмма и осциллограмма изменения диаметра образца во времени. Перед началом растяжения с точностью до 0,01 *мм* измерялся диаметр рабочей длины образца. Для фиксации изменения диаметра во времени на пленке осциллограммы отметчиком времени с частотой 1 *гц* наносились поперечные риски. Запись времени на машинной диаграмме производится специальным отметчиком времени, наносящим через каждую секунду штрихи на миллиметровой бумаге. Отметчик времени состоит из электродвигателя с редуктором типа СД-60 с выходным числом оборотов $n = 60$ *об/мин,* на валу которого вращается кулачок и отклоняет рычаг с пером, производя на бумаге отметки времени.

Для совмещения машинной диаграммы и пленки с записью изменения диаметра одновременно с включением электродвигателя испытательной машины включается и лентопротяжной механизм осциллографа.

Проведено осциллографирование изменения диаметра образца при разрыве.

Тарировка перемещения иглы производилась микрометрическим винтом, закрепленным на корпусе приспособления. Имея величину отклонения на осциллограмме и тарировочный график, можно определить изменение диаметра образца в данный момент времени t_i.

По машинной диаграмме при том же значении t_i определяется нагрузка P_i. Точность определения диаметра — 0,02 *мм.*

В проведенной работе для получения диаграммы истинных напряжений были использованы марки сталей 45, 40Х и 40ХН.

При растяжении образцов из одной и той же стали, получивших одинаковую термообработку, наблюдается некоторое различие характеристик прочности и пластичности. Такое различие можно объяснить неоднородностью химического состава и структуры металла, отличием технологии изготовления образцов, неравномерностью нагрева и охлаждения при термообработке и многими другими причинами. Обычно в практике механические характеристики материалов определяют средними значениями результатов испытания нескольких образцов. Очевидным является то, что заметное различие механических свойств серии образцов, выполненных из одной стали и прошедших одинаковую термообработку, приводит к получению диаграмм истинных напряжений, несколько отличающихся одна от другой. Однако разброс точек, полученных при обработке экспериментальных данных растяжения серии образцов, невелик, а поэтому, допуская небольшие отклонения, можно построить по этим точкам

среднюю экспериментальную кривую истинных напряжений. Этим способом получены по трем образцам диаграммы истинных напряжений для исследуемых сталей в отожженном, нормализованном состоянии и для образцов, прошедших закалку с последующим средним отпуском (получена также диаграмма истинных напряжений для образцов из стали 45 после закалки с низким отпуском).

УДК 621.771.23

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТОЛСТОЛИСТОВЫХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

В. И. РОСПАСИЕНКО, В. С. ЧЕРНИЦЫН

Коммунарский металлургический завод

Удельный вес различных видов листовой продукции в общем объеме прокатного производства имеет тенденцию к повышению, благодаря растущему потреблению различными отраслями промышленности стального листа как наиболее универсального вида проката.

Ввиду недостаточного опыта проектирования и эксплуатации толстолистовых станов при строительстве действующих в настоящее время высокопроизводительных толстолистовых станов не был учтен ряд факторов, отрицательно повлиявших на производительность этих станов.

Кроме того, изменились требования к качеству листа, получаемого на этих станах как в части увеличения доли легированных и высокопрочных сталей, так и ужесточения допусков, повышения требования к качеству поверхности листа. Поэтому вопросы проектирования новых и реконструкции действующих станов с учетом опыта эксплуатации головных образцов приобретают актуальное значение.

Анализ работы некоторых толстолистовых станов позволил выявить недостатки и наметить пути модернизации оборудования этих станов.

Загрузочные рольганги выполняются с групповым приводом, пустотелыми и неохлаждаемыми роликами. Однако рольганги печей работают неудовлетворительно.

Рамы рольгангов у печей и крышки подшипников необходимо выполнять водоохлаждаемыми, ролики цельноковаными, желательно с предварительной наплавкой порошковой проволокой из стали 30ХГСА.

Экономически целесообразно все ролики загрузочных рольгангов выполнять цельноковаными. Межроликовое пространство

должно быть закрыто литыми фигурными плитами. На шейках вертикальных валов, роликах и в расточках конических шестерен трансмиссии необходимо предусмотреть кольцевые проточки для распрессовки их с подачей масла высокого давления.

Крышки рольгангов следует выполнять стальными для увеличения их стойкости и возможности ремонта.

Бочки роликов рабочих рольгангов чистовых клетей необходимо выполнять волнистыми, а не гладкими цилиндрическими. Хорошо зарекомендовали себя в работе ролики, отлитые центробежным способом. Волнистый профиль бочки ролика, имеющий меньший контакт с поверхностью горячего листа, уменьшает разнотолщинность листа. К тому же меньше нагревается ролик, а это способствует увеличению срока службы рольганга.

Конструкция трансмиссионных валов требует дальнейшего усовершенствования, так как валы сильно ослаблены из-за большого количества концентраторов напряжения. Кроме того, крепление конических шестерен на валах клиновыми шпонками приводит к тому, что боковой зазор в шпоночных соединениях не выбирается, и крутящий момент по существу передается силой трения, развивающейся в соединении, что при реверсивной работе приводит к разбиванию шпоночных канавок. Следовало бы рекомендовать для этих соединений тангенциальные шпонки.

Моторные муфты приводов рабочих рольгангов имеют относительно малый срок службы, вследствие резко динамической, реверсивной нагрузки. Улучшение работы может быть достигнуто введением в ее конструкцию амортизирующего элемента, который позволит сгладить пики нагрузок и тем самым предохранить их от преждевременного разрушения.

Вертикальные клети черновых линий установлены для ломки окалины или обжатия слябов.

Клети имеют верхний или нижний привод валков. Недостаток клетей с нижним приводом заключается в том, что подвижные узлы и детали постоянно загрязняются окалиной и водой. Однако надежных радикальных средств защиты узлов нет.

На современных станах 2800 с вертикальной клетью листы с катаной кромкой получить невозможно, потому что порядок и состав операций, необходимый для получения такого листа, не могут быть обеспечены при наличном составе оборудования. К настоящему времени известны два способа получения листа с катаной кромкой: обжатие торцов слябов перед черновой клетью и обжатие боковых граней слябов переменной величины. Для осуществления первого способа клеть с вертикальными валками необходимо оснастить: поворотным устройством для разворота слябов, которое может быть выполнено в виде рабочего рольганга с коническими роликами и двусторонним приводом; задающим устройством для задачи слябов в вертикальные валки, которое может быть выполнено, например, в виде каретки с широким откидным упором и приводом от гидроцилинд-

ра; приспособлением для замера ширины (длины) и одновременного центрования сляба, которое может быть выполнено в виде гидравлического цилиндра со стрелочным указателем.

Для осуществления второго способа клеть необходимо оснастить гидравлическим механизмом для сближения валков в процессе прокатки.

Однако оба способа получения листов с катаной кромкой на практике не проверены, поэтому вопрос о преимуществах каждого из них остается нерешенным и требует исследования. Следует подчеркнуть экономическую эффективность получения листов с катаной кромкой.

Анализ конструкций существующих черновых клетей дуо показывает, что они не полностью отвечают современным требованиям прокатного производства.

Эксплуатация клети дуо показала недостатки конструкций ряда узлов, которые сводятся к следующему: наблюдается разрушение нижних подушек рабочих валков, носившее явно выраженный усталостный характер; не обеспечивается продольная фиксация и регулировка продольного положения валка; разрушаются галтельные вкладыши подушек, а также текстолитовые вкладыши подшипников из-за неполного их контакта по длине шеек валков; под направляющие подушек нижних валков наделки проектом не предусматриваются. Опыт десятилетней эксплуатации станин на одном из заводов показал, что даже при наличии наделок под верхние подушки происходит износ места в окнах под наделками, причем он неравномерен. В местах прилегания нижних подушек, где не было наделок, износ станины больше и неравномерность выражена еще резче. При этом характерно то, что износ передних (по ходу прокатки) плоскостей окон станины меньше, чем задних, примерно в два раза. Разбиваются места крепления наделок в станине. В результате возникла необходимость в капитальном ремонте станины продолжительностью 7 суток. В станине клети в местах под блоком станинных роликов предусматриваются специальные посадочные места, которые при работе также вырабатываются, вызывая возникновение трещин, распространяющихся в глубь станины; амортизация станинных роликов недостаточна. На УЗТМ спроектировано и испытано в производственных условиях несколько конструкций блоков станинных роликов; в результате стойкость их увеличилась в несколько раз. Однако при прокатке двухслойных, высоколегированных и специальных сталей срок службы их все же недостаточный и составляет не более двух недель. Следовательно, конструкция станинных роликов требует дальнейшего совершенствования.

Наделки необходимо устанавливать как в окнах станин под верхние и нижние подушки, так в самих подушках. Крепление наделок должно исключать смещение их на станине. В гнездах станин надо устанавливать сменные балки под блок станинных

роликов. Причем поперечное сечение балки в средней части должно быть треугольным с вершиной, обращенной кверху. Корпусы с подушками нижних валков должны выполняться цельными. Опыт показал целесообразность такой конструкции. Для нормальных условий работы текстолитовых вкладышей необходимо разработать конструкцию самоустанавливающихся подушек; подача смазки на вкладыши должна быть автоматическая.

Гайки нажимных винтов следует выполнять с пятой увеличенного диаметра, проточенной по центру, что обеспечивает увеличенный момент трения, предохраняя винт от самоотвинчивания. Шпиндельные соединения клетей не обеспечивают достаточный подвод смазки сухарей, поэтому происходит быстрый износ зева шпинделя, а также большой расход бронзы. Обеспечение долговечности работы этого узла может быть достигнуто при условии бесперебойной подачи смазки на все трущиеся поверхности.

В настоящее время расчетные величины давления металла на валки все еще сильно отличаются от действительных, а для некоторых сталей и сплавов они вообще отсутствуют, что зачастую приводит к повышению выхода брака, снижению производительности, а иногда к поломкам валков. В этих условиях необходима установка мессдоз, которые должны позволить устранить все вышеуказанные недостатки; кроме того, они позволяют накопить экспериментальный материал, необходимый для реконструкции действующих и проектирования новых клетей.

Чистовые клети кварто состоят из станины закрытого типа, двух пар опорных и рабочих валков на подшипниках качения, нажимного устройства и вертикальной клети с приводом от одного двигателя через шестеренную клеть и шпиндельное соединение. За рубежом устанавливают в подушках опорных валков подшипники жидкостного трения (ПЖТ), обладающие рядом преимуществ перед подшипниками качения. Часты поломки опорных валков по шейкам с последующим выходом из строя роликоподшипников, малая жесткость которых приводит к увеличению допуска при прокатке. Установка ПЖТ должна устранить все вышеуказанные недостатки. Экономическая эффективность подтверждается расчетами, произведенными ВНИИМЕТМАШем.

На основании опыта работы станов 2800 целесообразно на боковых плоскостях окон станин предусматривать наделки из стали 40Х, а на подушках — съемные накладки из более мягкой стали.

Особое внимание следует уделять вопросам обеспечения жесткости клети, поскольку этот фактор ограничивает сортамент прокатываемого листа.

На ряде станов указатели обжатий имеют длинную кине-

матическую цепь, что приводит к возникновению значительной накопленной ошибки. Во избежание этого кинематическую цепь нужно выполнять возможно более короткой.

Применяемая заливка подшипников шестеренных клетей баббитом марки Б-16 себя не оправдывает, поскольку срок службы клети с такой заливкой составляет 1—1,5 года. Применение баббита Б-83 является более целесообразным, так как в этом случае межремонтный период составляет 4—5 лет. Экономическая эффективность очевидна, если принять во внимание, что остановка стана, связанная с ремонтом шестеренней клети из-за износа подшипников, составляет более двух суток.

Практика проектирования приводов механизмов показывает, что соединительные муфты выполняются предохранительными со срезными болтами. Однако опыт работы станов показывает, что муфты не выполняют предохранительных функций.

Соединительные муфты, в частности, главных приводов чистовых клетей следует выполнять глухими, простой надежной конструкции.

Остальные узлы клети: нажимное устройство, устройства уравновешивания валков и шпинделей работают удовлетворительно. В частности, гайки нажимных винтов в течение десятилетней эксплуатации ни разу не подвергались замене.

Необходимо серьезное внимание уделить проводковой арматуре и коллекторам гидросбива окалины. Так, например, на действующих станах часто наблюдаются поломки брусьев и проводок, коллекторов гидросбива. Кроме того, конструкция носков проводок такова, что после непродолжительного срока эксплуатации на них появляется заостренная кромка, которая способствует появлению дефектов на раскате. Необходимо коллекторы выполнять подвесными, скользящими в пазах станины клети; проводковые брусья рассчитывать на большие, чем принято, нагрузки.

На головном стане 2800 Коммунарского металлургического завода были установлены манипуляторы с гидравлическим цилиндром для сведения линеек и грузовым канатным устройством для возвращения линеек в исходное положение. В процессе эксплуатации канат был заменен цепью и установлены линейки с роликами (на чистовой клети). Однако отдельные улучшения полностью всех недостатков не устранили. На чистовой клети при прокатке необходимо удерживать раскат, эта операция манипуляторами не может быть выполнена. На других толстолистовых станах были установлены манипуляторы с двусторонними гидравлическими приводами. Такая конструкция обеспечивает более плавную работу, повышает точность замера ширины раската, обладает большой работоспособностью и меньше по габаритам. Недостаток обеих конструкций заключается в том, что для ремонта рабочего рольганга необходимо демонтировать штанги манипуляторов, что приводит к дополнительному про-

стою стана, поскольку рабочий рольганг требует частой профилактики и ремонта. При проектировании манипуляторов необходимо учитывать следующие требования. Конструкция должна быть прочной, а мощность привода достаточной для удержания раската при прокатке в чистовой клети. Концевые части штанг, выходящие на рольганг, необходимо выполнить откидными на шарнирах, которые в рабочем состоянии фиксируются с таким расчетом, чтобы во время ремонта рольганга штанги могли быть отодвинуты за пределы габаритов рольганга. Головки штанг чистовой клети должны быть связаны линейками с вставленными в них роликами, которые будут способствовать уменьшению действия на штанги боковых изгибающих сил.

Анализ эксплуатации валков показал следующее. Применение стальных хромоникелевых валков на черновых клетях себя не оправдало, поскольку при большой стоимости и дефицитности никеля стойкость их оказалась невысокой. Потребовалось производить наплавку валков. Поэтому в дальнейшем вместо стали 60ХН применяют сталь 55Х с последующей наплавкой. Такие валки показали значительную стойкость при меньшей себестоимости. Значительно уменьшился расход валков на одну тонну прокатанного металла.

Прокатка на стальных рабочих валках в клети кварто нецелесообразна ввиду недостаточной стойкости валков, что приводит к частым перевалкам и неудовлетворительной поверхности листа.

Преимущество применения чугунных рабочих валков в том, что резко сокращается частота перевалок, улучшается качество поверхности листа, а стойкость валков в два раза выше стальных.

Опорные валки чистовых клетей должны выполняться из хромоникелевой стали.

В настоящее время автоматизация толстолистовых станов не охватывает технологического процесса прокатки и поэтому не является комплексной. На многих вновь пущенных в эксплуатацию станах имеется большое количество недействующих узлов автоматики.

Указанное обстоятельство объясняется тем, что толстолистовые станы в подавляющем большинстве имеют чрезвычайно широкую номенклатуру и сортамент прокатываемых листов, поэтому автоматизация работы отдельных агрегатов этих станов возможна лишь на основе применения более сложных систем.

До сих пор не только не автоматизированы, но даже недостаточно механизированы такие операции, как замер длины, ширины и толщины раската.

Несомненно, что автоматизация производственных процессов при современных темпах прокатки является совершенно необходимой. При этом основной экономический эффект должен

заключаться не столько в сокращении обслуживающего персонала (хотя и это важно), сколько в освобождении людей от выполнения однообразной физической работы, которая приводит к быстрой утомляемости, притуплению внимания, а следовательно, к снижению темпа производства, появлению брака, возникновению аварий. С точки зрения работы оператора главного поста, быстрая передача на пост показания приборов автоматики по замеру длины и толщины раската будет способствовать выбору более рационального режима обжатий, а также поможет свести до минимума нарушение технологических инструкций.

УДК 621.774.35

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ТРУБ

Я. С. ЯКОБСОН
УКРГИПРОМЕЗ

Проверка на соответствие внутреннего диаметра обсадных и муфтовых труб номинальным размерам в настоящее время производится вручную. Сквозь трубу, лежащую на стеллаже, проталкивается шаблон-калибр. Трубы, сквозь которые шаблон проходит свободно, считаются годными. Те, в которых шаблон заклинивается, удаляются со стеллажа с помощью мостового крана.

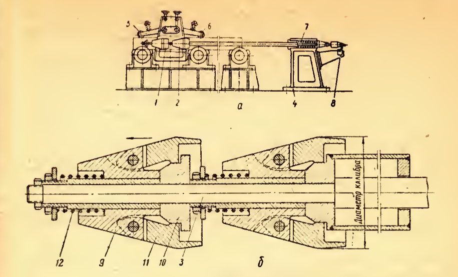
Такой контроль внутреннего диаметра малопроизводителен и требует затраты тяжелого физического труда не менее двух рабочих.

Укргипромезом спроектирована автоматизированная установка высокой производительности, исключающая ручной труд при контроле внутреннего диаметра труб.

В отличие от существующего способа, при котором трубы располагаются на стеллаже неподвижно, а шаблон проталкивается внутрь их, в спроектированной установке шаблон закреплен на стационарной штанге, а труба, лежащая на рольганге, надвигается на шаблон. Надежность передвижения трубы обеспечивается специальными прижимными роликами.

Для освобождения заклинившихся на шаблоне труб, в случае, когда внутренний диаметр труб меньше диаметра шаблона, последний выполнен составным, автоматически уменьшающимся в диаметре при стаскивании заклинившихся труб с шаблона.

Установка работает следующим образом.



Автоматизированная установка для контроля внутреннего диаметра труб: *а* — схема работы; *б* — шаблонирующая головка

Трубы, подлежащие контролю, подаются мостовым краном на наклонный стеллаж и раскатываются в один ряд до упоров дозатора. При включении установки первая труба дозатором передается на приводной рольганг, ролики которого вращаются в сторону подачи трубы к шаблону. Шаблоны *1, 2* (фигура, *а*) смонтированы на штанге *3*, укрепленной в специальной станине *4*.

Труба движется по рольгангу, прижимаясь к его роликам прижимными роликами *5* и *6*. Между шаблонами установлен датчик. Освобождение его рычага трубой свидетельствует о том, что вся труба прошла шаблон. Подается импульс на реверсирование рольганга. Возвращаясь, труба доходит до упора.

Датчик перед упором дает импульс на сбрасыватель и одновременно на дозатор. Проверенная труба сбрасывается с рольганга и попадает в карман годных труб. Очередная труба дозатором подается на рольганг, и цикл повторяется.

В случае, если внутренний диаметр трубы окажется меньше допустимого (меньше диаметра шаблона), труба начнет увлекать за собой шаблон, который будет передвигаться вместе со штангой *3* за счет сжатия пружины *7*. Укрепленная на конце штанги линейка воздействует на рычаг конечного выключателя *8* и дает импульс на реверсирование рольганга и подъем рычагов перекрывателя. Сброшенная сбрасывателем труба попадает в карман бракованных труб.

В описанном случае, вследствие незначительной разницы между диаметром трубы и шаблона, он, как правило, заклини-

вается в трубе. Для освобождения трубы от шаблона при реверсировании рольганга разработана специальная конструкция шаблонирующей головки.

Шаблонирующая головка (фигура, *б*) состоит из центрирующей и подвижной втулок *9* и *10*, на которых шарнирно укреплены сегменты *11*. При стягивании трубы заклиненный шаблон увлекается трубой в сторону, показанную стрелкой. Поскольку штанга в этом направлении передвигаться не может, передвигаются сегменты *11* вместе с втулкой *9* за счет сжатия пружины *12*. Сегменты *11* попадают на скос втулки *10*. Диаметр шаблона уменьшается, труба свободно передвигается. После освобождения от трубы, благодаря действию пружины *12*, сегменты возвращаются в исходное положение.

УДК 621.774.35

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ В МЕХАНИЗМАХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

В. М. РУДЕЛЬСОН

Ижорский завод им. А. А. Жданова

Хорошие эксплуатационные данные, наряду с компактностью и малым весом пневмопривода, привели к широкому его использованию в механизмах прокатных, особенно трубопрокатных станов, и машинах для отделки проката.

При выборе между электромеханическим и пневматическим приводом конструктор предпочитает последний из-за меньших капитальных затрат на механизм и удобства компоновки. Однако для правильного выбора необходим более подробный анализ экономичности применения пневмопривода в каждой конкретной машине.

Сравним электромеханический привод мощностью 7,5 *квт* и эквивалентный ему по мощности пневматический. Стоимость электромеханического привода — 1480 руб., а заменяющего его пневмопривода — 532 руб., т. е. при установке пневмопривода получаем экономический эффект в размере 948 руб.

Однако при этом подсчете не учитывались ни капитальные затраты на компрессорное оборудование, ни значительно меньшая эффективность использования энергии, а следовательно, и большие эксплуатационные затраты при применении пневмопривода.

Это объясняется более высокой стоимостью энергии воздуха и тем, что количество энергии, потребляемой пневмоцилиндром из системы, зависит только от параметров сжатого воздуха и

не зависит от нагрузки на штоке цилиндра, а энергия, потребляемая из сети электродвигателем, соответствует нагрузке на его валу.

Но пренебрежем этим последним обстоятельством и примем, что сравниваемые приводы во время работы загружены на 100%, что дает весьма значительные преимущества пневмоприводу по сравнению с реальными условиями, так как обратный ход штока цилиндра очень часто бывает холостым.

Произведенный на Ижорском заводе им. А. А. Жданова подробный расчет эксплуатационных затрат и эффективности пневмоприводов показал, что для постоянно работающих механизмов нецелесообразно применение пневмоприводов.

Применение пневмоприводов в механизмах прокатных станов и на линиях отделки экономически целесообразно только для редко работающих механизмов.

Применение пневмоприводов для часто работающих механизмов оправдано только в тех случаях, когда иное конструктивное решение невозможно или когда применение пневмопривода дает значительные технологические преимущества.

УДК 621.77.09

СЪЕМ МЕТАЛЛА, РАСХОД АБРАЗИВА И ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ЗАЧИСТКИ ПРИ РАБОТЕ МАШИН ДЛЯ АБРАЗИВНОЙ ЗАЧИСТКИ МЕТАЛЛА

В. А. ЯРОВИЦКИЙ

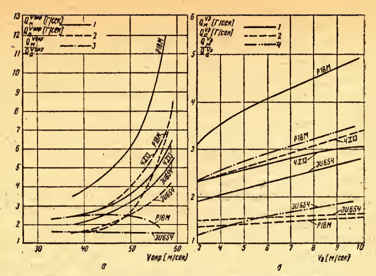
Проектно-конструкторский технологический институт (г. Днепропетровск)

Днепропетровским ПКТИ проведен комплекс исследований по определению закономерностей влияния основных параметров зачистки при работе машин для абразивной зачистки металла.

На съем металла и расход абразива при абразивной зачистке влияет большое количество факторов.

Закономерности влияния основных параметров зачистки на съем металла и расход абразива были получены в результате исследований, проведенных на заводе «Днепроспецсталь» на полуавтоматическом гидрофицированном станке для двусторонней зачистки сутунок конструкции московского завода «Серп и молот». Этот станок был специально реконструирован для проведения экспериментов.

Исследование влияния одного параметра на съем металла и расход абразива производилось путем ступенчатого изменения исследуемого параметра при постоянстве всех других.



Фиг. 1. Графики влияния изменения окружной скорости абразивного круга *(а)* и скорости подачи заготовки *(б)* на съем металла и расход абразива:

1 — съем металла; *2* — расход абразива; *3* — отношение $\frac{Q_{м}^{v_{окр}}}{Q_{а}^{v_{окр}}}$; *4* — отношение $\frac{Q_{м}^{v_{з}}}{Q_{а}^{v_{з}}}$

При исследовании влияния на съем металла и расход абразива окружной скорости абразивного круга ей придавались следующие значения $v_{окр}=37$; 41; 44; 49; 59 *м/сек,* а при исследовании скорости продольной подачи заготовки $v_{з}=3$; 5; 7; 10,5 *м/мин.* Исследования проводились для трех марок стали: ЭИ654, 4Х13 и Р18М. Результаты замеров представлены в виде графиков (фиг. 1).

Рассмотрим влияние каждого из исследованных параметров. Как видно из графиков, с увеличением окружной скорости абразивного круга вместе с ростом съема металла увеличивается и расход абразива. Если представить графики зависимости скорости съема металла и расхода абразива от окружной скорости абразивного круга в виде эмпирических формул, то они будут иметь вид:

для стали ЭИ654:

$$Q_{м}^{v_{окр}} = 1,825\frac{v_{окр}}{37} + 0,075\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{7,38};$$

$$Q_{а}^{v_{окр}} = 1,418\frac{v_{окр}}{37} + 0,082\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{6,88},$$

для стали 4Х13:

$$Q_{м}^{v_{окр}} = 2,28\frac{v_{окр}}{37} + 0,021\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{10,6};$$

$$Q_{а}^{v_{окр}} = 2,253\frac{v_{окр}}{37} + 0,047\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{9,9},$$

для стали Р18М:

$$Q_{м}^{v_{окр}} = 3,251\frac{v_{окр}}{36} + 0,049\left(\frac{v_{окр}}{36}\right)^{10,4};$$

$$Q_{а}^{v_{окр}} = 1,395\frac{v_{окр}}{36} + 0,005\left(\frac{v_{окр}}{36}\right)^{14,35},$$

где $Q_{м}^{v_{окр}}$ — съем металла в зависимости от окружной скорости абразивного круга;

$Q_{а}^{v_{окр}}$ — расход абразива в зависимости от окружной скорости абразивного круга;

$v_{окр}$ — окружная скорость абразивного круга.

Для выбора оптимального значения окружной скорости абразивного круга рассмотрим совместно графики (см. фиг. 1). Для каждой из исследованных сталей такое оптимальное значение различно.

Скорость продольной подачи заготовки, в основном, определяет производительность машины для абразивной зачистки металла. Для использования такой машины в потоке необходимо иметь скорость продольной подачи заготовки порядка 100 *м/мин.*

Из графиков видно, что с увеличением скорости подачи заготовки увеличивается съем металла и расход абразива. Сопоставляя графики, можно утверждать, что экономически целесообразно работать на более высоких скоростях продольной подачи заготовки.

Если выразить кривые изменения съема металла и расхода абразива от изменения скорости продольной подачи заготовки в виде эмпирических формул, то для исследуемых сталей они примут вид:

для стали ЭИ654:

$$Q_{м}^{v_{з}} = 0,17\,v_{з}^{0,9} + 1,445;$$

$$Q_{а}^{v_{з}} = 0,0241\,v_{з} + 1,428,$$

для стали 4Х13:

$$Q_{м}^{v_{з}} = 0,335\,v_{з}^{0,658} + 1,61;$$

$$Q_{а}^{v_{з}} = 0,158\,v_{з} + 1,826,$$

для стали Р18М:

$$Q_{м}^{v_з} = 0{,}708\, v_з^{0{,}535} + 1{,}875\,,$$

$$Q_{а}^{v_з} = 0{,}0247\, v_з + 1{,}326.$$

Рост съема металла с увеличением скорости подачи заготовки можно объяснить двумя причинами.

Скорость продольной подачи заготовки увеличивает относительную скорость отдельного абразивного зерна, а увеличение скорости резания увеличивает съем металла.

Увеличение скорости продольной подачи заготовки улучшает условия резания.

При конструировании новых и модернизации старых машин для абразивной зачистки необходимо применять только скоростные абразивные круги и предусмотреть возможность регулирования числа оборотов круга для поддержания постоянства заданной окружной скорости.

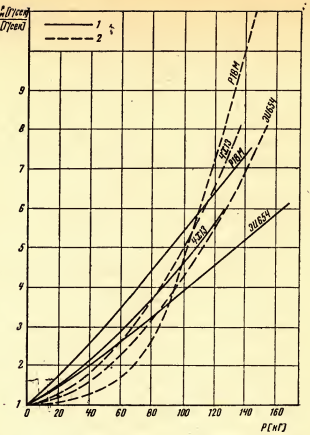
С целью повышения производительности машин для абразивной зачистки металла целесообразно работать на максимальной скорости продольной подачи заготовки, для чего предусмотреть в новых машинах возможность широкого изменения диапазона этого параметра.

Полученные графики и эмпирические зависимости позволяют выбрать оптимальные окружную скорость абразивного круга и скорость продольной подачи заготовки для исследованных марок стали.

Проведено исследование по определению зависимости съема металла и расхода абразива от изменения параметров зачистки, в частности усилия прижатия абразивного круга к заготовке, для обеспечения оптимальных режимов работы машины.

На фиг. 2 показано изменение усилия прижатия абразивного круга к заготовке при зачистке для различных значений величины прижатия. При увеличении усилия прижатия до 130—150 *кГ* абразивный круг уже не отбрасывается от заготовки, как это бывает при меньших значениях усилия прижатия. При больших значениях усилия прижатия абразивный круг начинает скалываться. Изменение усилия прижатия сильно влияет на съем металла и расход абразива. Так при изменении усилия прижатия абразивного круга к заготовке от 10 до 150 *кГ* съем металла изменяется от 0,08 до 5—6 *Г/сек*, а расход абразива — от 0,05 до 10 *Г/сек* и выше.

По данным эксперимента, были построены графики и получены эмпирические зависимости для съема металла и расхода абразива в зависимости от изменения усилия прижатия абразивного круга к заготовке для исследованных сталей:



Фиг. 2. График зависимости съема металла и расхода абразива от изменения усилия прижатия абразивного круга к заготовке:

1 — съем металла; *2* — расход абразива

для стали ЭИ654:

$$Q_м^р = 2{,}87 \left(\frac{P}{100}\right)^{1,1} \; Г/сек,$$

$$Q_а^р = 3{,}08 \left(\frac{P}{100}\right)^{1,8} \; Г/сек;$$

для стали 4Х13:

$$Q_м^р = 3{,}61 \left(\frac{P}{100}\right)^{1,25} Г/сек,$$

$$Q_а^р = 3{,}9 \left(\frac{P}{100}\right)^{1,78} \; Г/сек;$$

для стали Р18М:

$$Q_{м}^{р} = 4{,}3\left(\frac{P}{100}\right)^{1,12} Г/сек,$$

$$Q_{а}^{р} = 3{,}3\left(\frac{P}{100}\right)^{2,82} Г/сек;$$

где $Q_{м}^{р}$ — съем металла;

$Q_{а}^{р}$ — расход абразива;

P — усилие прижатия абразивного круга к заготовке.

Полученные формулы были проверены контрольными экспериментами. Всего по определению этой зависимости было проведено более 200 опытов.

Как видно из графиков и полученных формул, зависимость съема металла и расхода абразива криволинейна, в то время как идентичные зависимости в теории шлифования предполагают прямолинейную зависимость.

Большое влияние на съем металла и расход абразива оказывает пульсирующая нагрузка на абразивный круг в процессе работы. Исследования позволяют сделать следующие выводы:

процесс абразивной зачистки металла существенно отличается от процесса шлифования металла;

эмпирические формулы, полученные в результате эксперимента, дают возможность при конструировании машин для абразивной зачистки металла учитывать влияние усилия прижатия круга к заготовке.

Для определения зависимости съема металла и расхода абразива от основных параметров зачистки проведены специальные исследования.

Необходимо определить следующие зависимости:

$$Q_{м} = f_1(P;\ v_{окр};\ v_{з};\ \varphi;\ \alpha;\ B;\ з;\ T;\ M)$$

$$Q_{а} = f_2(P;\ v_{окр};\ v_{з};\ \varphi;\ \alpha;\ B;\ з;\ T;\ M), \quad (1)$$

где $Q_{м}$ — секундный съем металла;

$Q_{а}$ — секундный расход абразива;

P — усилие прижатия абразивного круга к заготовке;

$v_{окр}$ — окружная скорость абразивного круга;

$v_{з}$ — скорость продольной подачи заготовки;

φ — частота покачивания абразивного круга;

α — угол покачивания абразивного круга;

$з$ — зернистость абразивного круга;

T — твердость абразивного круга;

B — высота абразивного круга;

M — марка стали обрабатываемой заготовки.

Для получения необходимых зависимостей было сделано предположение о независимости одного параметра зачистки от другого. Изменяя один из параметров зачистки и оставляя все

остальные параметры при этом неизменными, получили зависимости съема металла и расхода абразива от этого параметра. Для учета влияния физических свойств обрабатываемого металла на съем металла и расход абразива эксперимент производился на трех марках стали, выбранных по их обрабатываемости абразивным инструментом:

хорошо обрабатываемая сталь Р18М (быстрорежущая),

удовлетворительно обрабатываемая сталь 4Х13 (нержавеющая),

плохо обрабатываемая сталь ЭИ654 (жаропрочная).

В табл. 1 приведены значения интервалов изменения исследуемых параметров и значения параметров, остающихся постоянными при изменении одного из них.

Таблица 1

Параметры абразивной зачистки	Интервалы измерения параметров зачистки	Постоянное значение параметров зачистки
Усилие прижатия абразивного круга к заготовке, *кГ*	0—160	70
Окружная скорость абразивного круга, *м/сек*	36—59	36—37
Скорость передвижения заготовки, *м/мин*	3—10,5	3
Частота покачивания абразивного круга, *покач/мин*	0—500	165
Угол покачивания абразивного круга, *град*	0—10	5
Высота абразивного круга, *мм*	40—126	63
Зернистость абразивного круга, *мм*	50—125·0,01	80×0,01
Твердость абразивного круга	С2—СТ3	СТ1

Данные эксперимента, являющиеся результатом более чем 900 опытов, обработаны методами статистики и представлены в виде эмпирических формул для сталей Р18М, 4Х13, ЭИ654 (табл. 2).

Если совместить графики, то выясняется, что все они имеют общую точку, определяющую для каждой марки стали съем металла и расход абразива, которую назовем контрольной точкой. Значения контрольных точек для исследованных марок стали представлены в таблице 3.

Подставляя значение частных коэффициентов в формулу (1) и произведя соответствующие сокращения, получаем

$$Q_{м} = \frac{Q_{м}^{p} Q_{м}^{v_{окр}} Q_{м}^{v_{з}} Q_{м}^{\varphi} Q_{м}^{\alpha} Q_{м}^{В} Q_{м}^{з} Q_{м}^{Т}}{(Q_{м}^{'})^{7}} \; Г/сек,$$

$$Q_{а} = \frac{Q_{а}^{p} Q_{а}^{v_{окр}} Q_{а}^{v_{з}} Q_{а}^{\varphi} Q_{а}^{\alpha} Q_{а}^{В} Q_{а}^{з} Q_{а}^{Т}}{(Q_{а}^{'})^{7}} \; Г/сек,$$

где $Q_{м}^{p}$, $Q_{а}^{p}$, $Q_{м}^{v_{окр}}$, $(Q_{а}^{v_{окр}})$, ... — значения съема металла или расхода абразива, полученные по формулам (см. табл. 2).

Съем металла	Расход абразива
$Q_{м}^{p} = 4,3\left(\frac{P}{100}\right)^{1,12}$	$Q_{а}^{p} = 3,3\left(\frac{P}{100}\right)^{2,82}$
$Q_{м}^{v_{окр}} = 3,25\frac{v_{окр}}{36} + 0,049\left(\frac{v_{окр}}{36}\right)^{10,4}$	$Q_{а}^{v_{окр}} = 1,395\frac{v_{окр}}{36} + 0,005\left(\frac{v_{окр}}{36}\right)^{14,35}$
$Q_{м}^{v_{з}} = 0,708\, v_{з}^{0,635} + 1,875$	$Q_{а}^{v_{з}} = 0,024\, v_{з} + 1,326$
$Q_{м}^{\varphi} = \frac{547}{\varphi + 107} + 0,00783\,\varphi$	$Q_{а}^{\varphi} = 1,933 - 0,289\,\varphi^{0,12}$
$Q_{м}^{\alpha} = 0,05\alpha^{2} - 0,576\alpha + 4,93$	$Q_{а}^{\alpha} = 0,104\,\alpha^{2} - \alpha + 3,8$
$Q_{м}^{B} = \frac{8,18}{B - 34,5} + 3,013$	$Q_{а}^{B} = \frac{17}{B - 34,9} + 0,793$
$Q_{м}^{з} = 1,3\left(\frac{з}{100}\right)^{3} + 2,58$	$Q_{а}^{з} = 0,72\left(\frac{з}{100}\right)^{4,6} + 1,15$
$Q_{м}^{T} = \frac{0,0174}{T - 0,243} + 2,93$	$Q_{а}^{T} = \frac{0,089}{T^{2}} + \frac{0,714}{T}$
$Q_{м}^{p} = 3,61\left(\frac{P}{100}\right)^{1,25}$	$Q_{а}^{p} = 3,9\left(\frac{P}{100}\right)^{1,78}$
$Q_{м}^{v_{окр}} = 2,28\frac{v_{окр}}{37} + 0,021\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{10,6}$	$Q_{а}^{v_{окр}} = 2,253\frac{v_{окр}}{37} + 0,047\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{9,9}$
$Q_{м}^{v_{з}} = 0,335\, v_{з}^{0,658} + 1,61$	$Q_{а}^{v_{з}} = 0,158\, v_{з} + 1,826$
$Q_{м}^{\varphi} = \frac{495}{\varphi + 150} + 0,00442\,\varphi$	$Q_{а}^{\varphi} = 2,668 - 0,00227\,\varphi$
$Q_{м}^{\alpha} = 0,04\,\alpha^{2} - 0,4\,\alpha + 3,3$	$Q_{а}^{\alpha} = 0,0925\,\alpha^{2} - 0,83\,\alpha + 4,14$
$Q_{м}^{B} = \frac{62,7}{B - 20,2} + 0,84$	$Q_{а}^{B} = \frac{111}{B - 21,7} - 0,36$
$Q_{м}^{з} = 2,46з^{0,3} - 6,85$	$Q_{а}^{з} = 1,9з^{0,4} - 8,65$
$Q_{м}^{T} = \frac{0,0884}{T^{2}} - \frac{0,19}{T} + 1,9$	$Q_{а}^{T} = \frac{0,375}{T^{2}} - \frac{0,627}{T}$

Съем металла	Расход абразива
$Q_{м}^{P} = 2{,}87\left(\frac{P}{100}\right)^{1{,}1}$	$Q_{а}^{P} = 3{,}08\left(\frac{P}{100}\right)^{1{,}8}$
$Q_{м}^{v_{окр}} = 1{,}825\frac{v_{окр}}{37} + 0{,}075\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{7{,}38}$	$Q_{а}^{v_{окр}} = 1{,}418\frac{v_{окр}}{37} + 0{,}082\left(\frac{v_{окр}}{37}\right)^{6{,}88}$
$Q_{м}^{v_з} = 0{,}17v_з^{0{,}9} + 1{,}445$	$Q_{а}^{v_з} = 0{,}0241\,v_з + 1{,}428$
$Q_{м}^{\varphi} = \frac{864}{\varphi+395} + 0{,}00218\,\varphi$	$Q_{а}^{\varphi} = 0{,}0129\,\varphi^{0{,}57} + 1{,}263$
$Q_{м}^{\alpha} = 0{,}004\,\alpha^2 - 0{,}032\,\alpha + 1{,}96$	$Q_{а}^{\alpha} = 0{,}0073\,\alpha^2 + 0{,}03\alpha + 1{,}17$
$Q_{м}^{В} = \frac{34}{В - 27{,}8} + 0{,}933$	$Q_{а}^{В} = \frac{58}{В - 24{,}7} - 0{,}015$
$Q_{м}^{з} = 0{,}11з^{0{,}785} - 1{,}49$	$Q_{а}^{з} = 2{,}37\left(\frac{з}{100}\right)^{1{,}75} - 0{,}1$
$Q_{м}^{Т} = \frac{0{,}181}{Т^2} + \frac{1{,}51}{Т} - 1{,}17$	$Q_{а}^{Т} = \frac{0{,}0566}{Т^2} + \frac{0{,}238}{Т}$

Таблица 3

Съем металла и расход абразива, *Г/сек*	Марка стали		
	ЭИ654	4×13	Р18М
$Q'_{м}$	1,9	2,3	3,3
$Q'_{а}$	1,5	2,3	1,4

Если построить графики отношения съема металла к расходу абразива, то пользуясь ими и задаваясь значением расхода абразива, можно определить оптимальные значения всех параметров, при которых съем металла будет максимальным и, наоборот, задаваясь съемом металла, можно определить минимальный расход абразива.

Формулы (см. табл. 2) дают возможность определить съем металла и расход абразива при любых значениях параметров

зачистки, а также оптимальные значения параметров зачистки.

Для жестких марок стали (Р18М, 4Х13) возможно применение покачивания круга с регулированием частоты и угла покачивания.

Во вновь создаваемых станках абразивной зачистки металла для увеличения их производительности рекомендуется увеличить скорости подачи заготовки до 100 *м/мин*, а также можно поддерживать постоянную окружную скорость, регулировать усилие прижатия абразивного круга и поперечную подачу абразивной головки в пределах 5—20 *мм*.

Следует также применять абразивные круги возможно больших диаметров для экономии времени на их смену.

Отклонение параметров абразивного круга (зернистости, твердости, геометрических размеров) от маркировки приводит к сокращению их стойкости и значительным отклонениям результатов по сравнению с известными из литературы.

Полученные эмпирические зависимости могут быть использованы при дальнейших исследованиях процесса обработки металла абразивами.

УДК 621.771.251

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНОЙ КЛЕЙМОВОЧНОЙ МАШИНЫ

Ф. М. МАРГОЛИН, Л. Г. ПРИМАКОВА, В. И. МИЛОВ

Проектно-конструкторский технологический институт (г. Днепропетровск)

ПКТИ разработана конструкция клеймовочной машины для многониточного клеймения прокатных заготовок в потоке стана.

Машина отличается от известных механизмом смены кассет с клеймами, установленными в барабанном магазине, позволяющим при дистанционном управлении заменять в течение 3—5 *сек* отработавшие кассеты новыми одновременно во всех ударных маятниках.

Проведены лабораторные испытания автоматического механизма смены кассет с клеймами для многомаятниковой (производящей одновременное клеймение нескольких заготовок) машины, определены условия самоустановки кассет с клеймами при соударении их со скошенным торцом заготовки.

Машина состоит из трех основных узлов: устройства смены кассет, маятника и ударника.

Устройство для смены кассет состоит из вала с двумя барабанами для размещения кассет и устройства для перемещения кассет из барабанов в маятники и из маятников в барабаны. Два одинаковых барабана установлены на общем валу в опорах рамы механизма. В каждом барабане имеется шесть пазов для размещения кассет в один ряд по четыре штуки (для четырехмаятниковой машины). Для фиксации кассет в барабане в определенном положении (соответственно расстоянию между головками маятников) в пазах имеются шариковые фиксаторы (фигура, *а*). В пазы одного из барабанов вручную закладываются кассеты с предварительно набранными клеймами. Вал с барабаном вращается только в одну сторону пневмоцилиндром диаметром 80 *мм* через поводок и храповую передачу. Чтобы барабаны не вращались по инерции, установлен тормоз.

Устройство (фигура, *б*) для перемещения кассет состоит из ползушки с пальцами для захвата кассет и двух пневмоцилиндров, один из которых (диаметр 80 *мм,* ход 132 *мм*) поворачивает ползушку в положение для смены кассет и возвращает в исходное положение, другой (диаметр 80 *мм,* ход 400 *мм*) — перемещает ползушку с кассетами.

Маятник весом 110 *кг* выполнен составным из трех частей — ступицы, стержня и головки, которые скреплены между собой болтами. В головке маятника имеется паз для кассеты, которая фиксируется шариковым фиксатором. Подъем и опускание маятника в вертикальное положение осуществляются пневмоцилиндром (диаметр 120 *мм*, ход 450 *мм,* рабочий ход 400 *мм*). Остановка маятника в горизонтальном положении (положение смены кассет) осуществляется с помощью упора, в вертикальном положении — с помощью регулировочного винта.

Ударник предназначен для имитации удара движущейся по рольгангу заготовки о кассету в маятнике. Ударник представляет собой болванку диаметром 120 *мм,* подвешенную на двух параллельных тягах. Благодаря такому способу подвески ударник при своем падении совершает плоскопараллельное движение, близкое к поступательному движению заготовки по рольгангу.

Передний торец ударника имеет паз, в который вставляются образцы-заготовки.

Были изготовлены заготовки плоские и со скошенными гранями.

Ударник отводился на различные расстояния при помощи лебедки и опускался. Этим самым создавались различные скорости ударника (заготовки).

Вес ударника с заготовкой — 142 *кг,* материал заготовок: алюминий (предел прочности 15—20 $кГ/мм^2$); свинец (предел прочности 1,5 $кГ/мм^2$).

Предел текучести горячего металла при клеймении после прокатки на заготовочном стане — до 10—15 $кГ/мм^2$.

Узлы клеймовочной машины:
а — механизм смены кассет; *б* — поворотный захват

Для выбора рациональной конструкции кассет было изготовлено четыре типа кассет:

I — тип — корпус с плоскими гранями;

II тип — корпус со сферической опорной поверхностью (радиус 125 *мм*) и цилиндрической боковой гранью (радиус 125 *мм*);

III тип — корпус со сферической опорной поверхностью (радиус 125 *мм*) и сферической боковой гранью (радиус 125 *мм*).

IV тип — корпус со сферической опорной поверхностью (радиус 70 *мм*) и цилиндрической боковой гранью (радиус 125 *мм*).

Размеры знаков клейма 8×5 *мм;* число знаков — 14.

Все параметры экспериментального клеймения заготовок фиксировались, а с отпечатков клейм снимались фотокопии.

Поворот барабанов с клеймами осуществляется пневмоцилиндром с удовлетворительной точностью при времени срабатывания цилиндра (вперед—назад) — 3 *сек.* При большей скорости отрегулировать точную установку тормозом не удалось.

Для регулировки скорости установлен дроссель, с помощью которого изменяется время рабочего хода храпового механизма, холостой ход регулировки не требует.

Поворот захвата сопровождался ударами из-за неуравновешенных масс.

Для устранения ударов установлен контргруз. Однако полезно демпфирование в крайних положениях цилиндра.

Перемещение кассет вдоль пазов в барабанах и маятниках осуществлялось удовлетворительно, но усилие следовало бы несколько увеличить, либо снизить сопротивление перемещению за счет более удлиненной формы кассет и более точного совмещения пазов маятников и барабанов.

Устойчивость кассет в пазах барабанов и маятников не для всех типов кассет была одинаковой. Кассеты с двумя сферическими поверхностями иногда при повороте захвата и при перемещении поворачивались и заклинивались.

Наиболее устойчивыми оказались кассеты с плоскими гранями.

В целом механизм смены кассет с клеймами работает удовлетворительно и обеспечивает быструю смену кассет одновременно в четырех маятниках.

При ручном управлении неперекрываемое время смены кассет 4—6 *сек.* При автоматическом управлении это время должно несколько сократиться.

При нескошенном торце заготовки качественные отпечатки клейм получены на свинцовых заготовках при скорости 1—1,25 *м/сек.* на алюминиевых — 2 *м/сек.*

При одинаковых условиях клейма со знаками незамкнутого типа, например X — отпечатались лучше, чем клейма со знаками замкнутого типа 8, требующими большей энергии удара.

При скошенном до 10° торце заготовки по высоте эти скоро-

сти оказываются недостаточными, однако, учитывая, что практически перекос торцов меньше 5°, а твердость горячей заготовки ниже, чем у алюминия, принимаем минимальную скорость заготовок 2 *м/сек* при весе маятника 110 *кг* и минимальном весе заготовок 142 *кг*.

Проведенные исследования работы опытной клеймовочной машины показывают, что:

механизм смены кассет с клеймами работает удовлетворительно и обеспечивает смену кассет одновременно в четырех маятниках в течение 4—6 *сек;*

ударный механизм работает удовлетворительно и обеспечивает нанесение четкого отпечатка в 14 знаков на торец заготовки, движущейся со скоростью 2 *м/сек* и более, при скошенном торце заготовки под углом до 3° без применения самоустанавливающихся кассет с клеймами;

при перекосах торцов заготовок до 5° необходимо применять самоустанавливающиеся кассеты с центром сферы ударной поверхности контакта с маятником, расположенным в центре клейма и радиусом сферы минимальной величины.

Испытанные механизмы и оптимальные параметры самоустановки кассет рекомендуется использовать в промышленных машинах для клеймения проката.

УДК 621.771.23

НОВАЯ ЧИСТОВАЯ КЛЕТЬ ТОЛСТОЛИСТОВОГО СТАНА НА ЗАВОДЕ PHOENIX КОНЦЕРНА «HOESCH»

На заводе Phoenix фирмы «Dortmund-Hörder Huttenunion» концерна «Hoesch» (ФРГ) после строительства нового двухклетевого стана для прокатки толстых листов в 1952—1954 гг. имелось три толстолистовых стана:

двухклетевой стан с черновой клетью 4000 *мм* и чистовой клетью 3000 *мм* для прокатки листов толщиной от 7 *мм* и выше;

одноклетевой стан 2300 *мм* с клетью трио для прокатки листов толщиной 5—7 *мм;*

двухклетевой стан 1900 *мм* с клетями трио для прокатки листов толщиной 3—4 *мм.*

Производительность трех станов достигает 80 тыс. *т* в месяц.

Основным мероприятием по модернизации двухклетевого толстолистового стана 4000/3000 *мм* явилась замена в 1965 г. чистовой клети 3000 *мм* на новую чистовую клеть, обеспечивающую повышенную производительность стана и более точные размеры по толщине.

Вес станины новой чистовой клети 3150 *мм* составляет 235 *т* против 110 *т* старой клети, сечение стойки станины 8560 *мм*^{2}

вместо 6400 *мм*^{2}; максимальное допускаемое давление при прокатке в новой клети составляет 4500 *т*, что позволило применять более интенсивное обжатие и сократить два пропуска. Диаметр рабочих валков уменьшен с 930 до 850 *мм*, а диаметр опорных валков увеличен с 1400 до 1800 *мм*.

Установлен более мощный привод с выключающим моментом 400 *тм*. Для сохранения принятой ранее скорости прокатки при уменьшенном диаметре рабочих валков (850 *мм* вместо 930 *мм*) была увеличена максимальная скорость вращения двигателя до 120 *об/мин*. Изменение схемы возбуждения двигателей привода позволило сократить на 2 *сек* каждую паузу между пропусками. Вместо старой шестеренной клети установлена новая клеть, в которой диаметр шестеренных валков увеличен с 1050 до 1250 *мм*. Установлен измеритель толщины листов при прокатке, что позволило сократить на 6 *сек* цикл прокатки.

Новая чистовая клеть кварто характеризуется следующими данными.

Привод — от двух электродвигателей постоянного тока на одном валу. Выключающий момент: 400 *тм* при 0—60 *об/мин*, 400—354 *тм* при 60—68 *об/мин*, 354—121 *тм* при 68—120 *об/мин*.

Длина шпинделей 7765 *мм*.

Размеры станины: высота 11625 *мм*, ширина 4050 *мм*. Опорные валки: максимальный диаметр 1800 *мм*, минимальный — 1650 *мм*; длина бочки 3150 *мм*; шейка валка — коническая; вес валка 82,5 *т*. Рабочие валки: максимальный диаметр 850 *мм*, минимальный — 755 *мм*; длина бочки 3150 *мм*; диаметр шейки 514 *мм*; вес валка 19,3 *т*.

Подшипники рабочих валков — четырехрядные с коническими роликами, диаметр 514/675 *мм* и длина 422 *мм*. Подшипники опорных валков — жидкостного трения, диаметр по поверхности трения 1270 *мм* длина 915 *мм*, допускаемое давление на один подшипник при прокатке 2250 *т*. Масло подается в подшипники под давлением 5—6 *ати* до 200 *л/мин* от насосной станции, в состав которой входят два резервуара емкостью по 9 *м*^{3}.

В клети имеются с обеих сторон по четыре станинных ролика диаметром 460/360 *мм* и длиной бочки 2440 *мм*, со скоростью вращения до 6 *м/сек*. Привод каждых четырех роликов от электродвигателя мощностью 86 *квт*, $n = 0$—250 *об/мин*.

Нажимное устройство клети—комбинированное; состоит из двух систем: скоростной (грубой) установки и точной установки валков, каждая из которых имеет свой привод, соединяющийся с нажимным винтом с помощью электромагнитных муфт.

Обычно применяется система скоростной установки валков, управляемая оператором, устанавливающим величину раствора валков перед пропуском. Непосредственно после входа листа в валки система автоматически производит подстройку установки валков с точностью 0,1 *мм*. Система точной установки применяется при полном давлении прокатки и отличается быстротой

включения. Переключение нажимных винтов от одной системы к другой осуществляется с помощью электромагнитных муфт. Одинаковое перемещение нажимных винтов достигается установкой синхронизирующего вала с соединительной электромагнитной муфтой. Питание двигателей нажимных устройств и станинных роликов производится от тиристорных преобразователей.

Скоростная (грубая) установка валков производится с помощью двух электродвигателей постоянного тока мощностью по 300 *квт*, $n=0{,}840$ *об/мин* через редукторы с передаточным числом 20,5 : 1; диаметр нажимных винтов 680 *мм*, шаг нарезки 50 *мм*. Магнитная муфта, установленная на синхронизирующем валу, рассчитана на максимальный момент 1000 *кГ*. Скорость перемещения нажимных винтов до 34 *мм/сек*. Точная установка валков производится с помощью двух электродвигателей мощностью по 147 *квт*, $n=0$—970 *об/мин* через редуктор с передаточным числом 640 : 1. Магнитная муфта обеспечивает передачу момента 6300/9000 *кГм*. Скорость перемещения нажимных винтов 1,27 *мм/сек*. Устройство для точной установки валков используется для отворачивания нажимных винтов при застревании металла в валках.

Максимальный подъем верхнего валка 450 *мм*. Уравновешивание рабочих и опорных валков производится гидравлически с помощью 20 гидравлических цилиндров, в которые подается от специальной системы масло под давлением 200 *ати*. Цилиндры, обеспечивающие поджим нижнего рабочего валка к опорному, имеют диаметр 120 *мм* и размещаются по два в каждом консольном приливе станины. Цилиндры такого же диаметра для поджима верхнего рабочего валка к опорному установлены в приливах подушки верхнего опорного валка (по четыре цилиндра в каждой подушке). Уравновешивание верхнего опорного валка с подушками в комплекте с верхним рабочим валком с подушками общим весом 160 *т* производится четырьмя гидроцилиндрами диаметром 200 *мм*, размещенными в верхней части станины. В нижней части станины под подушкой установлена мессдоза для измерения давления прокатки.

Перевалка валков производится с помощью тележки с тянущим усилием до 110 *т* со скоростью 0,7 и 5,6 *м/мин*. Длина пути 9,5 *м*. Благодаря предусмотренным устройствам для быстрого подключения густой и жидкой смазки, воды высокого давления к подушкам, время перевалки не превышает 20 *мин*.

В клети прокатываются листы толщиной 3 *мм*, шириной до 2200 *мм* и толщиной 4 *мм*, шириной до 2500 *мм* всех марок стали с пределом прочности до 70 *кГ/мм*^{2}. Листы марок стали с пределом прочности свыше 70 *кГ/мм*^{2} прокатываются шириной до 1800 *мм*.

„Klepzig Fachberichte", 1966, № 11, S. 532—536. *В. М. ФАЙНШТЕЙН*

СОДЕРЖАНИЕ

Научный редактор *К. К. Виноградов*

Ведущий редактор *А. Л. Щедринский* Редактор *Ю. Б. Смирнова*

Технический редактор *Г. В. Горелова* Корректор *Е. В. Хруцкая*

Т-01134. Сдано в набор 25/IX—67 г. Подп. к печ. 22/I—68 г.
Формат 60×90[1]/16 Печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 4,0
Тираж 750 экз. Зак. инст. 16721. Зак. 3083. Цена 43 коп.

НИИИНФОРМТЯЖМАШ, Москва, И-164, проспект Мира, 106

Московская типография № 19 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
наб. Мориса Тореза, 34

УДК 621.774.35



НОВЫЙ СТАН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21 с. 3 с илл. Авт. П. М. Финагин, И. К. Тартаковский, И. Н. Потапов и др.

На ЭЗТМ разработана конструкция стана для обеспечения нового способа производства тонкостенных труб. Раздача труб на короткой конусной оправке совмещена с одновременной обкаткой ее рабочими конусными валками, при этом имеет место принудительная подача заготовки в стан подающим устройством. На этом стане предусмотрено расширение труб при обычной температуре и тепловое расширение труб при температуре 750—850°. Внедрение стана позволит получить экономический эффект более миллиона рублей.

1-67-21

УДК 621.774.352



Захаровский Л. Б. и Бедняков В. П.

РЕДУКЦИОННЫЙ И КАЛИБРОВОЧНЫЙ СТАНЫ ДЛЯ ПРОКАТКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 9 с илл.

На ЭЗТМ изготовлен 17-клетевой редукционный и 11-клетевой калибровочный станы для трубопрокатной пилигримовой установки. Станы оснащены двухвалковыми клетями с нерегулируемыми калибрами. На станах прокатываются трубы с исходным диаметром до 200 *мм*, толщиной стенки до 14 *мм* и длиной до 12,5 *м* из сталей 36Г2С, 38ХНМ и др. Скорость трубы на входе до 0,65 *м/сек*, диаметр валков рабочих клетей 450 *мм*, расстояние между ними 500 *мм*. Прокатываются трубы диаметром 114—168 *мм* и толщиной стенки 7—11 *мм*.

1-67-21

УДК 621.771.22



М. И. Бакунин

КРУПНОСОРТНО-ЗАГОТОВОЧНЫЙ СТАН 950/800. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 12 с илл.

На УЗТМ спроектировано и изготовлено оборудование стана 950/800. По технико-экономическим показателям, автоматизации, энерговооруженности, высокой степени механизации стан значительно превосходит аналогичные действующие станы.

Стан предназначен для производства квадратной, круглой и трубной заготовок. С вводом в действие отделения отделки балок будут прокатываться широкополочные и двутавровые балки от № 30 до № 60, уголки равнобокие и неравнобокие. Проектная производительность стана — 1450000 *т* готового проката в год.

1-67-21

Линия отреза

УДК 621.771.22.



М. И. Бакунин
АДЪЮСТАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРУПНОСОРТНО-ЗАГОТОВОЧНОГО СТАНА 950/800. — Металлургич. оборудоваиие (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 19.

Оборудоваиие адъюстажа стаиа 950/800, разработанное и изготовлеиное УЗТМ, отличается высокой степенью автоматизации и механизации. На участке адъюстажа квадратиых заготовок автоматическое управление всеми механизмами производится с главного поста управления у иожниц. Участок оснащеи промышлеными телевизионными устаиовками для наблюдения за работой уборочных стеллажей, передаточного устройства, загрузкой скиповой тележки и разгрузкой ее в гоидолы.

1-67-21

УДК 621.771.073.

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ПОДУШЕК НИЖНИХ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ ЛИСТОВЫХ СТАНОВ. — Металлургич. оборудоваиие (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 23 с илл. Авт. М. И. Шинкареико, Л. Д. Дмитриев, Н. М. Кирилин и др.

Предложено решение, устраняющее недостатки скруглеиных и плоских опор подушек нижних опорных валков листовых станов. В иовой опоре контакт происходит по цилиндрической поверхности, описанной радиусом из точки пересечения осей подшипиика и валка, что создает повышенную жесткость опоры и благоприятные условия для самоустаиовки узла валков с подушками. Деформация предлагаемой опоры по сравнению со скругленной опорой меиьше в несколько раз. Новая конструкция опор подушек нижнего опорного валка позволит повысить жесткость клетей листовых станов.

1-67-21

УДК 621.771.251.



Калинии В. П., Маркова С. Д. и Джетымов А. М.

ЖЕСТКОСТЬ КЛЕТЕЙ И ТОЧНОСТЬ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 350. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 25 с илл.

ВНИИМЕТМАШем проведеио исследование точности прокатки на на стане 350 Череповецкого металлургического завода. В результате экспериментов найдена зависимость деформации клети от иагрузкн иа валки, являющаяся характеристикой жесткости клети. Критерием жесткости является угол иаклоиа лииейиого участка кривой.

Анализ полученных профилеграмм показывает, что существующий способ настройки скоростного режима чистовой группы полиостью отвечает требоваииям получения точиого профиля. Нет необходимости вводить автоматическое регулирование через петлю для обеспечеиия требуемой точиости.

1-67-21

Линия отреза

Линия отреза

УДК 621.771.01.



Карпышев М. С.

МАКСИМАЛЬНЫЕ УГЛЫ ЗАХВАТА ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 28 с илл.

Вопрос максимального угла захвата металла валками является важным как при эксплуатации, так и при проектировании прокатиых станов. Влияние этого фактора впервые рассмотрено в статье. На Ижорском заводе им. А. А. Жданова проведены исследования по определению максимального угла захвата. Установлено, что неравномерное распределение момента прокатки по шпинделям является основным фактором, влияющим на уменьшение возможности захвата металла при установившемся процессе прокатки и объясняет явления, почему нормально захваченный металл буксует в процессе движения.

1-67-21

УДК 621.774.372.

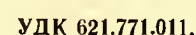


Тутурин Н. Н., Перциков З. И.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ РАБОЧЕЙ ЛИНИИ МНОГОНИТОЧНОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 32 с илл.

На Иркутском заводе тяжелого машиностроения разработана и внедрена конструкция автоматического устройства для управления механизмами рабочей линии волочильного стана. Новое устройство применимо как для одноцепных, так и для двухцепных многониточных трубоволочильных и калибровочных станов и обеспечивает контроль окончания волочения. Устройство представляет собой блок электромеханических датчиков флажкового типа, устанавливаемый на поворотной консоли за доской волок. Оно может быть применено и при модернизации действующего оборудования.

1-67-21



УДК 621.771.011.



Доднн Ю. С. и Бровман М. Я.

ПРОДОЛЬНАЯ РАЗНОТОЛЩИННОСТЬ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ ЛИСТОВ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 36 с илл.

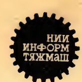
На ЮУМЗ проведен расчет продольной разнотолщинности при горячей прокатке на стане 1680. Установлено, что на вероятную разнотолщинность оказывают влияние отклонения от оптимальной жесткости в последних клетях непрерывной группы.

Рекомендовано при выборе режимов обжатий стремиться к уменьшению их в последних проходах. Предложена новая схема обжатий, позволяющая снизить вероятную разнотолщинность до 6%. Разработана методика расчета, позволяющая рассчитать вероятную разнотолщинность и наметить рациональные пути ее уменьшения.

1-67-21

Линия отреза

УДК 621.77.01.



Дунаевский В. И., Лапшов Л. Л. и Цыбанов В. И.

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ ИСТИННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 39 с илл.

На Старо-Краматорском машиностроительном заводе разработан следящий механизм, встроенный в корпус реверсора. Предложен контактный метод непрерывного измерения формы и наименьшего диаметра образца. Получены диаграммы истинных напряжений для сталей 45, 40Х и 40ХН.

1-67-21

УДК 621.771.23



Роспасиенко В. И. и Черницын В. С.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТОЛСТОЛИСТОВЫХ СТАНОВ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 42.

На опыте десятилетней эксплуатации толстолистовых станов авторы статьи дают анализ основного оборудования. Приведены предложения по модернизации работающих механизмов: загрузочных рольгангов, рабочих рольгангов клетей, вертикальных клетей, клетей дуо и кварто. Даны рекомендации по использованию чугунных валков в клети кварто. Указаны пути автоматизации основного оборудования и всего производственного процесса.

1-67-21

УДК 621.774.35



Якобсон Я. С.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ТРУБ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 48 с илл.

УКРГИПРОМЕЗом спроектирована автоматизированная установка для контроля диаметра труб. В отличие от существующего способа, при котором трубы располагаются на стеллаже неподвижно, а шаблон протаскивается внутрь их, в новой установке шаблон закреплен на стационарной штанге, а труба, лежащая на рольганге, надвигается на шаблон. Надежность передвижения трубы обеспечивается специальными прижимными роликами. Для освобождения заклинившихся на шаблоне труб, в случае, когда внутренний диаметр труб меньше диаметра шаблона, последний выполнен составным, автоматически уменьшающимся в диаметре.

1-67-21

УДК 621.774.35



Рудельсон В. М.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ В МЕХАНИЗМАХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 50.

На Ижорском заводе им. А. А. Жданова проведен подробный расчет эксплуатационных затрат и эффективности пневмоприводов. Установлено, что применение пневмоприводов в механизмах прокатных станов и на линиях отделки экономически целесообразно только для редко работающих механизмов. Применение пневмоприводов для часто работающих механизмов оправдано только тогда, когда иное конструктивное решение невозможно или когда применение пневмопривода дает значительные технологические преимущества.

1-67-21

УДК 621.77.09



Яровицкий В. А.

СЪЕМ МЕТАЛЛА, РАСХОД АБРАЗИВА И ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ЗАЧИСТКИ ПРИ РАБОТЕ МАШИН ДЛЯ АБРАЗИВНОЙ ЗАЧИСТКИ МЕТАЛЛА. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 51 с илл.

ПКТИ (г. Днепропетровск) проведены исследования закономерностей влияния различных параметров зачистки на съем металла и расход абразива. Исследование влияния одного параметра на съем металла и расход абразива производилось путем ступенчатого изменения исследуемого параметра при постоянстве всех других. Исследования проводились для трех марок стали: ЭИ654, 4Х13 и Р18М. Рекомендуется применять при обработке скоростные абразивные круги, зачистку производить на максимальной скорости продольной подачи заготовки, увеличить диаметр абразивного круга.

1-67-21

УДК 621.771.251



Марголин Ф. М., Примакова Л. Г., Милов В. И.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНОЙ КЛЕЙМОВОЧНОЙ МАШИНЫ. — Металлургич. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 60 с илл.

Проектно-конструкторским технологическим институтом (г. Днепропетровск) спроектирована и изготовлена опытная клеймовочная машина для одновременного клеймения нескольких заготовок. Проведены исследования работы автоматического механизма смены кассет с клеймами по определению условий самоустановки кассет с клеймами при соударении их со скошенным торцом заготовки. Машина состоит из трех основных узлов: устройства смены кассет, маятника и ударника. Для выбора рациональной конструкции было опробовано четыре типа кассет. Наиболее устойчивыми оказались кассеты с плоскими гранями. При ручном управлении время смены кассет 4—6 *сек.*

1-67-21

Линия отреза

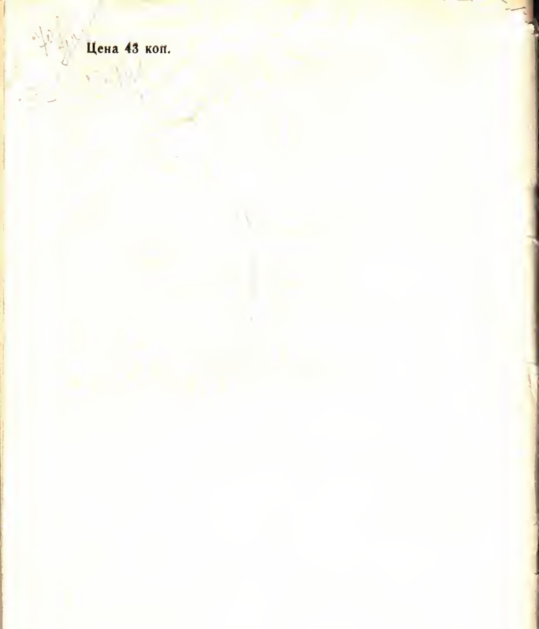


УДК 621.771.23

НОВАЯ ЧИСТОВАЯ КЛЕТЬ ТОЛСТОЛИСТОВОГО СТАНА НА ЗАВОДЕ PHOENIX КОНЦЕРНА «HOESCH» — Металлургнч. оборудование (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1967, № 21, с. 64 с илл.

На заводе Phoenix фнрмы «Dortmund-Hörder Huttenunion» (ФРГ) проведеиа модерииизация двухклетевого толстолистового стаиа 4000/3000. Замеиена чистовая клеть 3000 *мм* на иовую, обеспечивающую повышениую производнтельиость стаиа и более точные размеры по шнрине. Установлеиа клеть весом 235 *т*, сеченне стоек стаиниы 8560 *мм*^{2}, максимальиое допускаемое давлеиие при прокатке 4500 *т*, диаметр рабочнх валков — 850 *мм*, а опориых 1800 *мм*. Нажнмиое устройство клети — комбннированиое и состоит из двух систем скоростной (грубой) н точиой устаиовки валков. В клети прокатываются листы толщииой 3 *мм*, шириной до 2200 *мм*.

1-67-21



Цена 43 коп.